

Розділ 2 ОБЛАДНАННЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК СПОРТИВНИХ СПОРУД

2.1 Загальні положення прожекторного освітлення

У будь-якій установці, що створює на об'єкті заданий рівень густини енергії оптичного випромінювання, необхідний пристрій, який перерозподіляє променевий потік джерела в просторі. Цей пристрій повинен бути таким, щоб майже весь потік джерела направлявся на освітлювані об'єкти й розподілявся на їхній поверхні відповідно до заданого закону. Прилади, що перерозподіляють світловий потік джерела випромінювання для освітлення (опромінювання), сигналізації і проекції, називаються світловими.

Світлові прилади, які за допомогою оптичного пристрою охоплюють світловий потік джерела в більшому тілесному кутку і концентрують його в малому (вимірюваному плоским кутом розкриття $1-2^\circ$), називаються прожекторами. Освітлювальні та світлосигнальні прожектори можуть бути поділені на світлові прилади для зовнішнього і внутрішнього освітлення та сигналізації.

Прожектори для зовнішнього освітлення поділяються на прожектори загального призначення, зенітні, морські й річкові, аеродромні, для транспортних засобів, теле- та кінозйомочні, охоронного освітлення, спеціальні.

При цьому під прожекторами загального призначення розуміються світлові прилади для освітлення великих відкритих просторів, в тому числі відкритих виробок, стадіонів, залізнодорожних вузлів, великих площ, великих будівельних майданчиків, стартових комплексів та ін., а також фасадів будівель, архітектурних споруд та пам'ятників.

До числа спеціальних прожекторів можна віднести також світлові прилади інфрачервоного освітлення, які забезпечують можливість бачення в темний час доби, та прожектори, які встановлюються на кранах, екскаваторах і бурових платформах, що піддаються високим ударним та вібраційним навантаженням, а також прожектори, які працюють в екстремальних умовах відкритого космосу або підводних глибин.

Світлосигнальні прожектори поділяються на аеродромні, морські, річкові, для транспортних засобів, світлофори та спеціальні.

Прожектори для внутрішнього освітлення представлені в основному театральними, студійними та експозиційними світловими

приладами, а також світловими приладами прожекторного класу для створення динамічних світлових ефектів.

Сучасні прожектори є однією з найбільш складних та дорогих груп світлових приладів, до яких висуваються високі вимоги точності виготовлення та надійності роботи. Прожектори, як правило, працюють з лампами великої потужності, мають найбільш великогабаритні та складні оптичні системи, відрізняються високою теплонапруженістю конструкцій, в основному являються рухомими, регульованими пристроями, часто з дистанційним керуванням.

Діапазон зміни параметрів прожектора надзвичайно великий. У відповідності з основним призначенням та висунутими вимогами відстань дії прожектора може коливатися від кількох метрів до десятків кілометрів. Відповідно змінюються діаметри світлових отворів приладів, потужності застосованих джерел світла, максимальні сили світла та кути розсіювання світлових приладів, а також їх маса.

Сучасні прожектори загального освітлення розраховані в основному на роботу з розрядними лампами високого тиску 1, 2 та 3,5 кВт, а також (але значно рідше) з галогенними лампами розжарювання 1, 2, 5 кВт та натрієвими лампами низького тиску потужністю до 180 Вт.

Останнім часом помітною є тенденція використання у прожекторах короткодугових металогалогенних ламп та галогенних ламп розжарювання з концентрованим світним тілом, що дозволяє суттєво зменшити габарити прожектора й покращити його параметри.

Більшість прожекторів цієї групи – круглосиметричні світлові прилади з параболічними дзеркальними відбивачами з розрядними лампами високого тиску, розміщеними вздовж оптичної осі, й симетричні прожектори з прямокутними вихідними отворами, параболоциліндричними дзеркальними відбивачами та розрядними лампами високого тиску, встановленими за поздовжньою віссю світлового приладу.

Найбільш ефективно в цих прожекторах використовуються металогалогенні лампи, в значно меншому ступені – натрієві лампи високого тиску та дугові ртутні лампи, при цьому натрієві лампи високого тиску потужністю 0,4 та 1 кВт застосовуються, в основному, в прожекторах для архітектурного освітлення фасадів будівель та деяких пам'ятників, а також для невеликих спортивних споруд, а прожектори з

натрієвими лампами низького тиску – для будівельних майданчиків, кар'єрів, транспортних розв'язок.

Круглосиметричні прожектори з металогалогенними лампами потужністю 2 та 3,5 кВт мають відповідно діаметри відбивачів 550 – 600 та 850 – 900 мм, максимальні сили світла 5,5 та 10,8 Мкд та кути розсіювання від $2 \times 11^\circ$ до $2 \times 22^\circ$.

Параболоциліндричні прожектори з лампами ДРІ потужністю 2 та 3,5 кВт мають, як правило, розмір вихідного отвору 700×500 та 800×700 мм, $I_{\max} = 0,35 \dots 0,95$ та $1,3 \dots 3,5$ Мкд та кути розсіювання від $2 \times 10 \dots 2 \times 42^\circ$ до $2 \times 45 \dots 2 \times 55^\circ$ в головних площинах для різних прожекторів з обома видами ламп.

При використанні ж короткодугових металогалогенних ламп зменшеної потужності 1,8 кВт (замість 2 кВт) в параболокругових фацетних відбивачах можна зменшити діаметр відбивача до 0,5 м (замість 0,9 м).

Як правило, всі прожектори цієї групи мають ступінь захисту конструкції IP 54, значно рідше розробляються прожектори зі ступенем захисту IP 43, IP 44 та IP 55. Маса таких світлових приладів складає 25 - 45 кг (без ПРА) і тільки для світлових приладів з лампами потужністю 5 та 2×2 кВт вона доходить до 130 кг.

Дзеркальні відбивачі круглосиметричних прожекторів виготовляють в основному методом ротаційного витискування з листового хімічно чистого або плакірованого алюмінію, який піддається електролітичному з'яскравленню, має гладку поверхню. Відбивачі параболоциліндричної форми є штапованими збірними конструкціями, які виготовляються з того ж матеріалу, також з'яскравленого, але часто мають не лише гладку, але й пластинчасту, рифлену або фактурну поверхню. Захисні скла в усіх прожекторах, як правило, плоскі, безбарвні, нагрівостійкі (типу „сталініт”).

Корпуси прожекторів найчастіше виготовляють з силуміну методом литва під тиском (при цьому вони забезпечуються зовнішніми ребрами для збільшення поверхні тепловідводу) та значно рідше – з листового алюмінію методом глибокої витяжки. В багатьох прожекторах циліндричної форми корпуси виготовляються з пресованого алюмінієвого профілю, що забезпечує значне зниження трудоемності та підвищення технічного рівня конструкцій.

При розробці прожекторів та виборі їх оптичної системи досить важливо враховувати не лише форму світлового пучка прожектора, а й те,

що світлотехнічні характеристики та термін служби розрядних ламп високого тиску (та особливо металогалогенних ламп) суттєво залежать від положення лампи в просторі. Відхилення від номінального положення призводить до погіршення показників ламп. Особливо чутливі до таких відхилень лінійні галогенні лампи розжарювання, а також металогалогенні (в перших з них від цього суттєво залежить термін служби, а в других – світлова віддача). Найменшого відхилення лампи зазнають у прожекторах з параболоциліндричними відбивачами (при розташуванні ламп вздовж поздовжньої осі прожектора); при повороті таких прожекторів лампа залишається в незмінному положенні, обертаючись навколо своєї осі.

2.2 Особливості прожекторного освітлення великих відкритих просторів

Багаторічний досвід використання прожекторного освітлення показав особливо високу ефективність його використання для спортивних споруд, архітектурного й ілюмінаційного освітлення тощо.

Велике поширення прожекторного освітлення пояснюється перш за все тим, що експлуатаційний догляд за прожекторами при їх зосередженому розміщенні на щоглах або на інших висотних спорудах значно простіший, ніж догляд за світильниками, розміщеними на освітлювальній території. Досліджено, що вартість експлуатації установок прожекторного освітлення великих територій в два-три рази менша вартості експлуатації установок з найбільш досконалими світильниками.

Крім того, при прожекторному освітленні освітлювальна територія значно менше захищається опорами та повітряною проводкою. В багатьох випадках розміщення технологічного обладнання або умови виконання робіт не дозволяють встановлювати на освітлювальній території опори зі світильниками (наприклад, на відкритих підстанціях, будівельних площадках, стадіонах) і прожекторне освітлення є єдиною можливою системою освітлення. В деяких випадках прожекторне освітлення вибирається ще й тому, що при ньому створюється значно краще освітлення вертикально розташованих поверхонь, ніж за допомогою світильників.

Слід відзначити, що прожекторне освітлення, крім позитивних якостей, має також недоліки. Вони полягають перш за все у більшій ймовірності засліплення працюючих, ніж при освітленні світильниками; крім того, на освітлювальній території створюються більш різкі тіні, які заважають розпізнаванню різних предметів.

Імовірність засліплення значно знижується при правильному виборі висоти установки прожектора, кута його нахилу, та, найголовніше, при правильному виборі місць для їх установки. Щоб уникнути створення різких тіней, прожекторне освітлення повинно бути багатостороннім, тобто кожна ділянка території повинна освітлюватись щонайменше від двох прожекторів, встановлених з різних її сторін.

При виборі місць розташування прожекторів, з метою зменшення вартості виконання освітлювальної установки слід по можливості ширше використовувати наявні на освітлювальній території висотні споруди різного призначення і, таким чином, скорочувати кількість спеціально встановлюваних прожекторних щогл.

При цьому необхідно створити зручність для експлуатаційного догляду за прожекторами та перш за все забезпечити легкий доступ до них як в літній, так і в зимовий період. Світлові прилади повинні мати високий ступінь захисту від проникнення пилу і вологи. Конструкції і способи монтажу світлових приладів повинні забезпечувати зручне обслуговування освітлювальних установок.

Розміщення щогл і світлових приладів

Прожектори встановлюються звичайно на спеціальних прожекторних майданчиках, що монтуються на щоглах (рисунок 2.1).

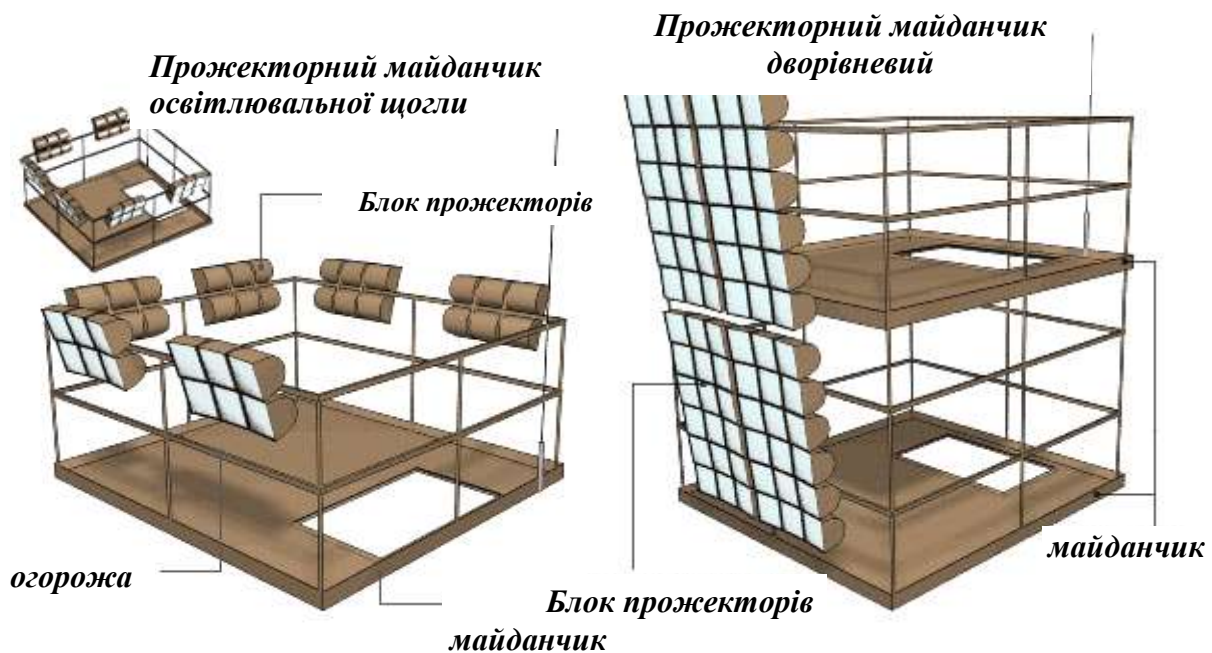


Рис. 2.1 – Схеми прожекторних майданчиків

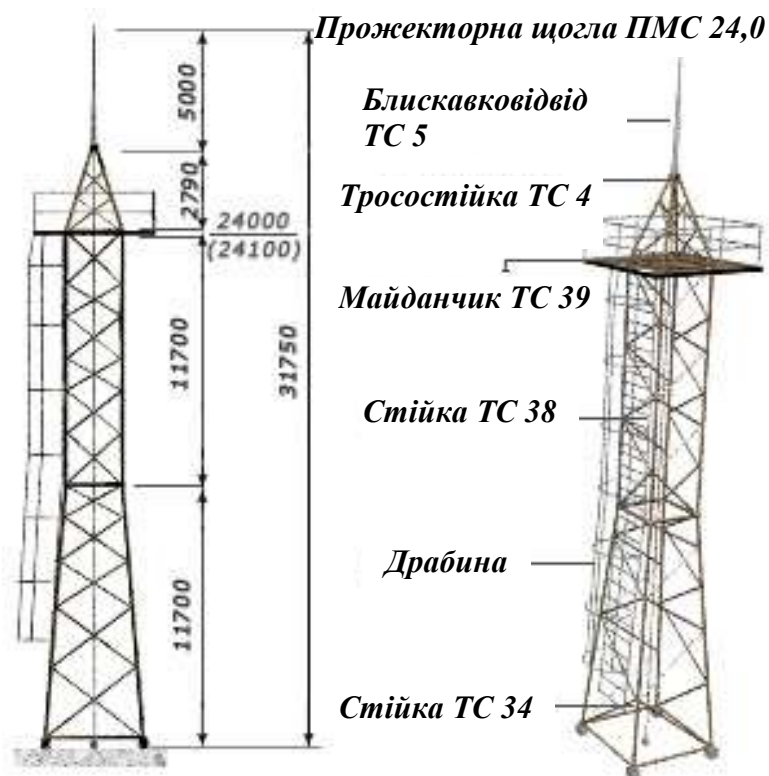


Рис. 2.2 – Елементи освітлювальних щогл

Кутові щогли слід розташовувати за межами області спостереження гравців і близько до даних цільових і дотичних ліній.

Розміщення кутових щогл:

Кутові щогли слід розташовувати під кутом не менше 10° за гольовою лінією і не менше 5° до дотичних ліній.

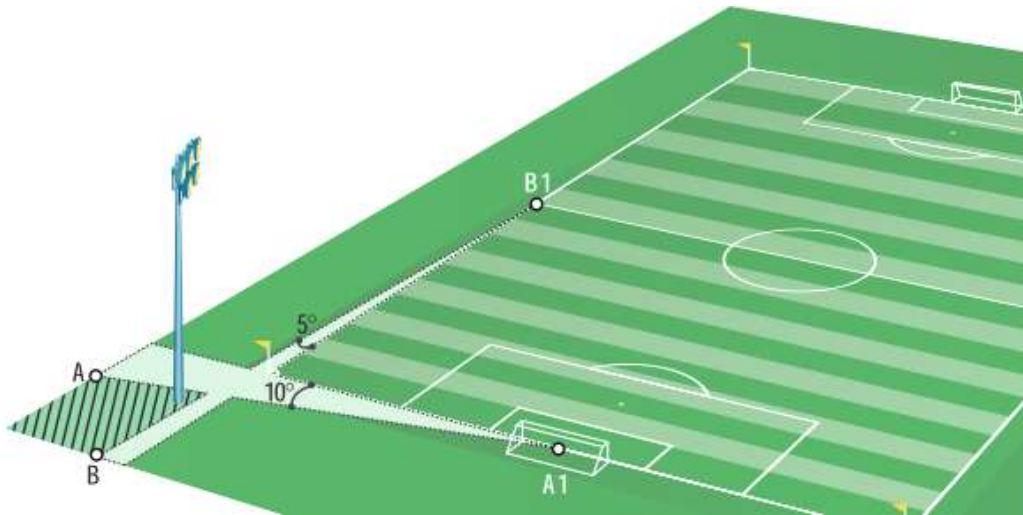


Рис. 2.3 – Розміщення кутових щогл

Створення нормованої освітленості в даному випадку забезпечується за рахунок освітлення прожекторами кожної щогли чверті ігрового поля, суміжної з щоглою.

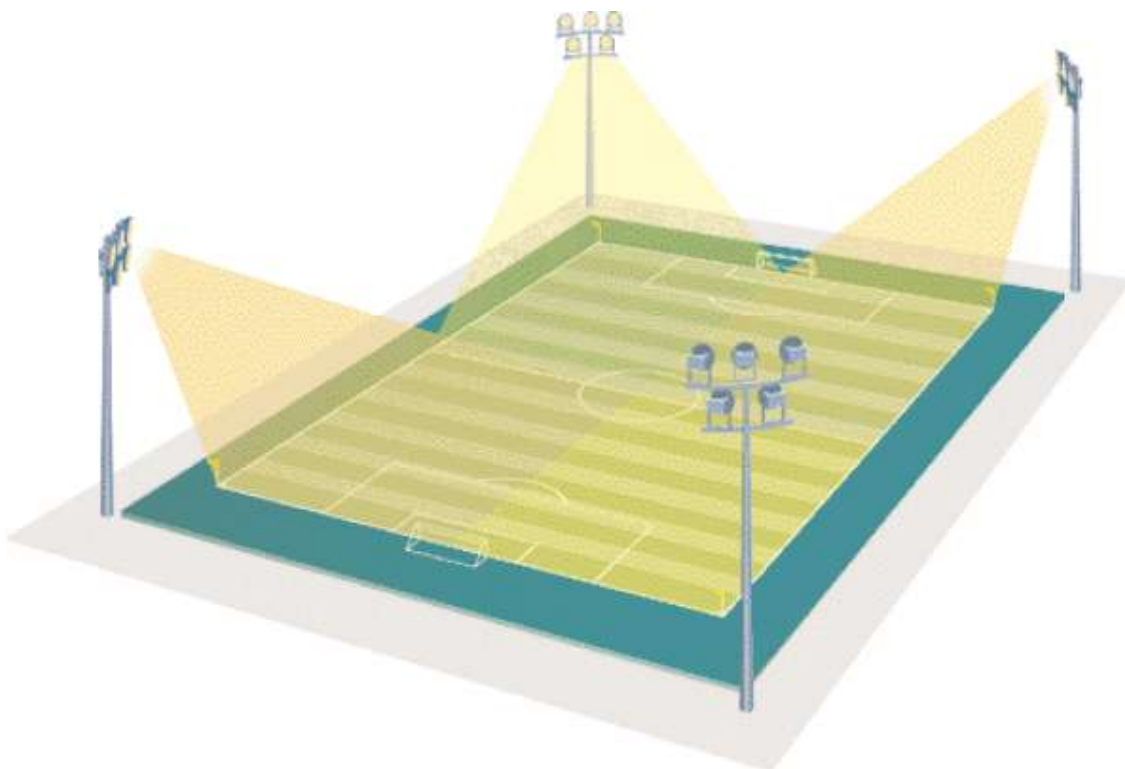


Рис. 2.4 – Кожна щогла освітлює чверть ігрового поля

Висота установки щогли відповідно до рисунку 2.5, наведеного нижче, і мінімальний рівень кута обхвату повинні знаходитися в межах $\geq 25^\circ$ ($h_m = d \cdot \operatorname{tg} \alpha$).

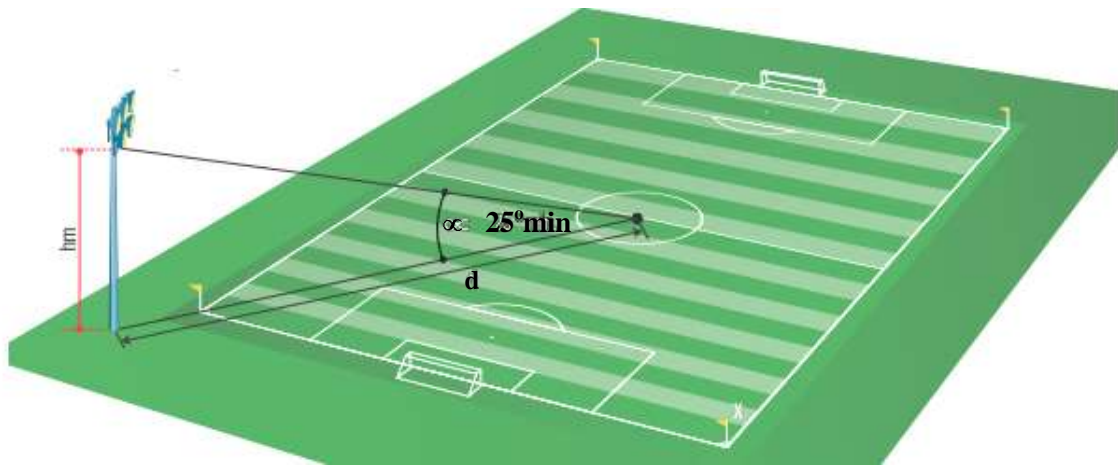


Рис. 2.5 – Визначення мінімальної висоти щогли

Бічне розташування щогл

Для бічних освітлювальних установок можна використовувати нижчі щогли, ніж при їх кутовому розташуванні. Конфігурації, що найчастіше використовуються, – 4, 6 і 8 щогл.

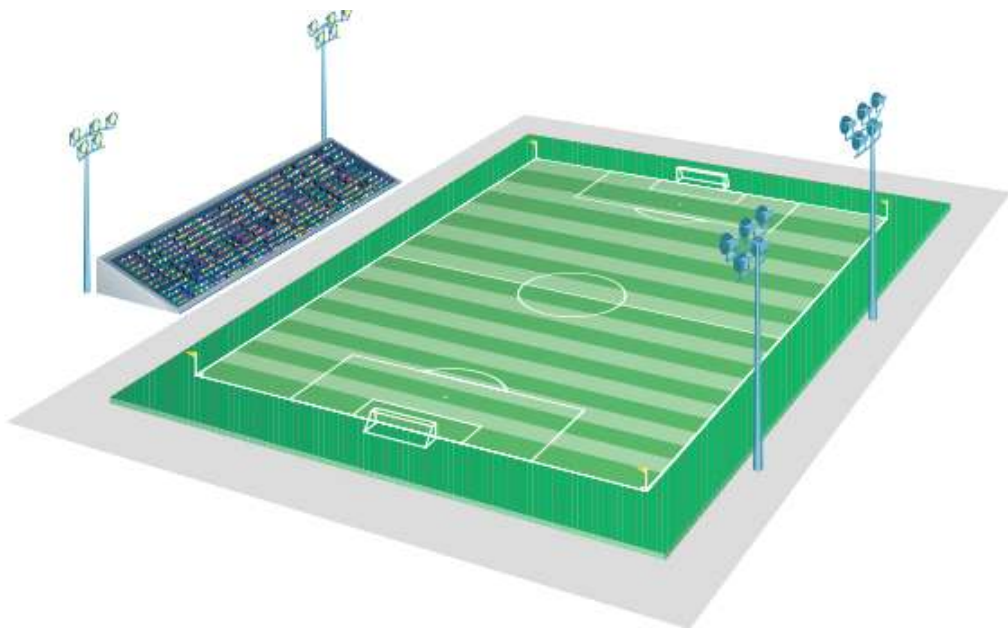


Рис. 2.6 – Чотирищоглова установка

Чотирьохщоглові бічні ОУ в порівнянні з ОУ кутового розташування створюють комфортніші умови спостереження для глядачів.

Контроль заливаючого світла від чотирищоглової установки проводити набагато простіше, ніж від шести- або восьмищоглової ОУ. Це є їх безперечною перевагою.

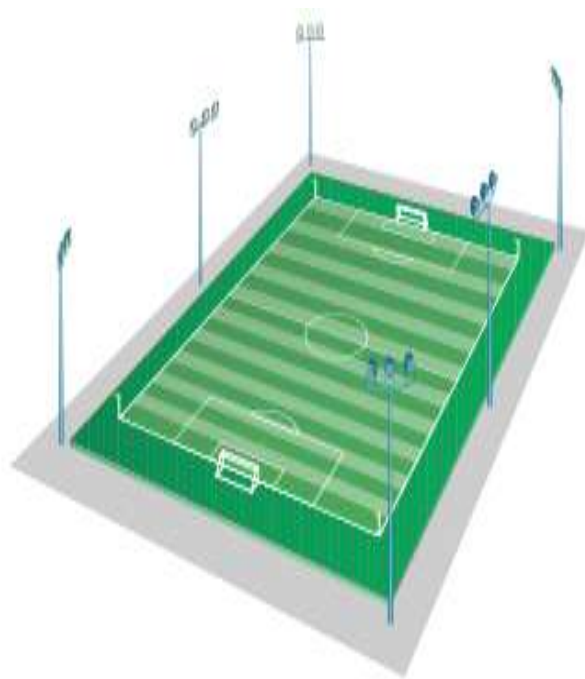


Рис. 2.7 – Шестищоголова конфігурація

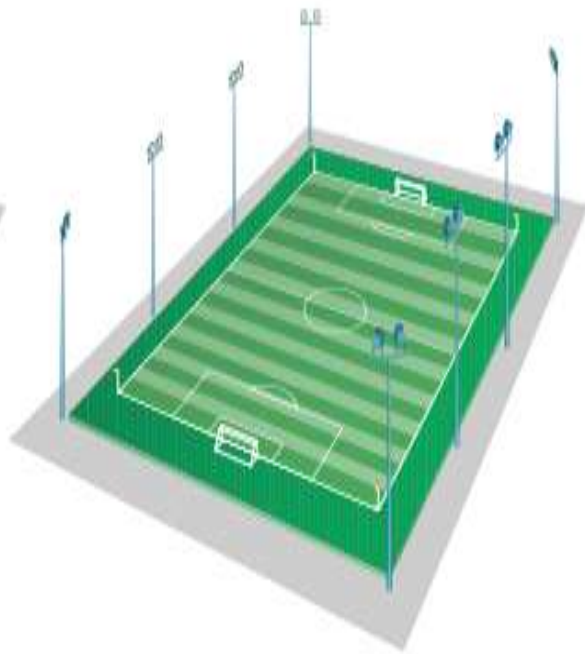


Рис. 2.8 – Восьмищоголова конфігурація

Шести і восьми щоголові системи можна використовувати для мінімізації ефектів заливаючого світла при зниженні висоти. Щогли дозволяється встановлювати за глядацькими трибунами. Щогли в даному випадку слід розміщувати під кутом не менше 10° до лінії воріт, забезпечуючи воротарю необмежений огляд у напрямі до кутового прапорця.

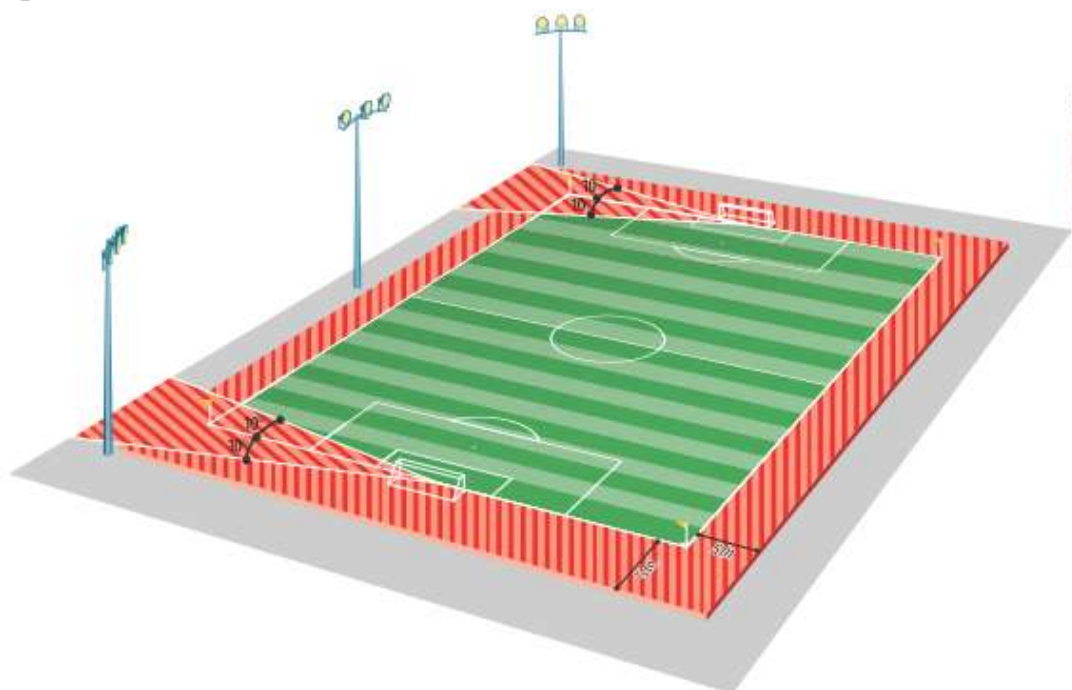


Рис. 2.9 – Допустиме розташування бічних щогл

Визначення висоти щогли при поперечному розташуванні

Висоту щогл слід вибирати так, щоб кут, утворюваний між поверхнею ігрового поля і його поздовжньою центральною лінією і найнижчим кутом охоплення складав $\geq 25^\circ$ ($h_m = d \cdot \operatorname{tg} \alpha$). Використання щогли менше 15м не рекомендується внаслідок зростання зорового дискомфорту, характерного для нижчих щогл.

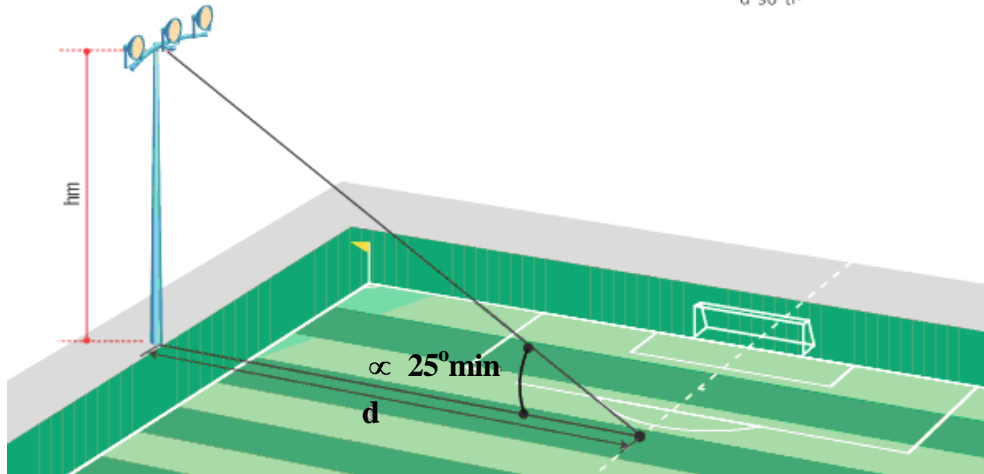


Рис. 2.10 – Визначення мінімальної висоти щогли

У зв'язку із технологією освітлення, що змінюється, увага до основного розподілу простору і визначення монтажної висоти виконує основну роль в споруді світлових систем для сучасних телевізійних операторів. Кутові щогли слід розташовувати за нормлями до напрямів огляду для гравців з урахуванням їх центрування по обох дотичних лініях і лініях воріт.

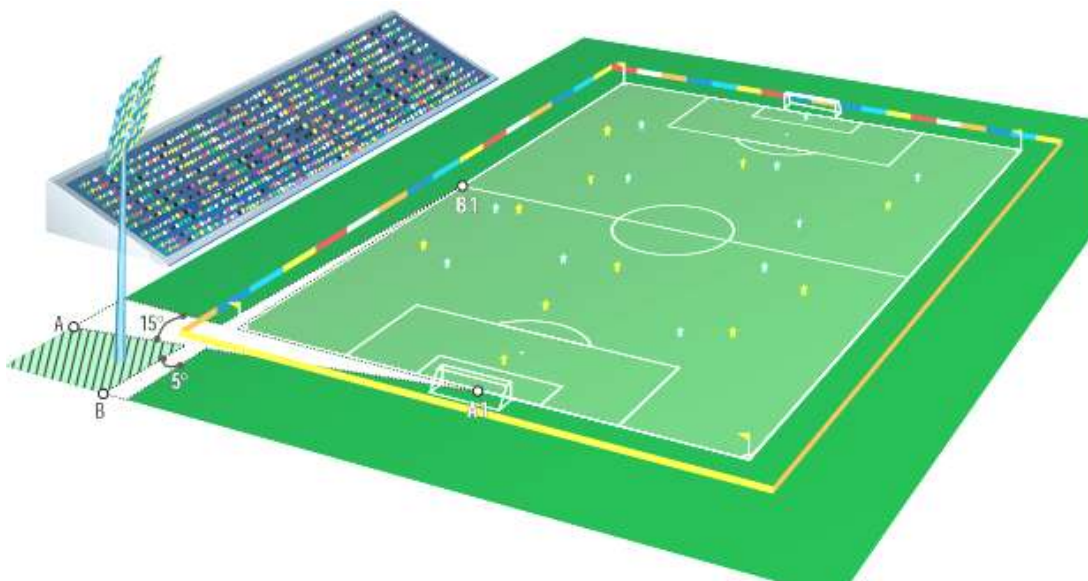


Рис. 2.11 – Розташування кутової щогли

Максимальний кут нахилу прожектора

Кут підйому світильників не повинен перевищувати 70° відповідно до обмеження сліпучої дії і наявності заливаючого світла за устаткуванням.

Відповідно до вимог до освітлення найважливішим параметром є висота щогли, яка повинна бути гранично збільшена.

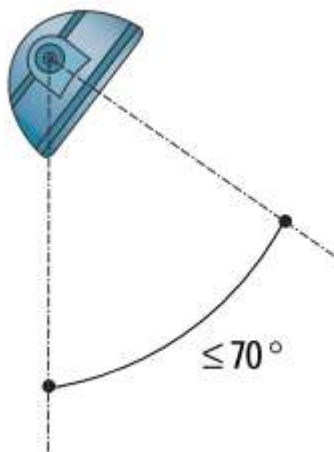


Рис. 2.12

Устаткування щогли з жорстко фіксованим майданчиком

Слід забезпечувати достатній простір між прожекторами за висотою і шириною для усунення перекриття світлового потоку від одного прожектора суміжним прожектором.

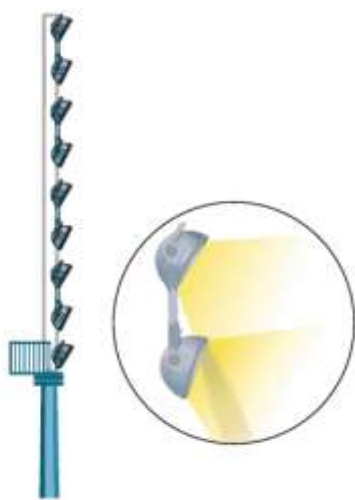


Рис. 2.13 – Нерекомендована вертикальна структура майданчика



Рис. 2.14 – Рекомендований кут нахилу майданчика (15°)

У випадках, коли використовується вертикальна структура майданчика, відстань між рядами прожекторів, установлених на ньому, слід збільшити для зменшення світла, що екранується. Нахил вісі майданчика до 15° усуває перекриття випромінюваного прожекторами верхніх рядів майданчика світлового потоку нижніми рядами при монтажі з компактними розмірами майданчика щогли.

Попереднє визначення висоти щогли

Висоту треба вибирати відповідно до того, що всі частини поля повинні освітлюватися відповідно до стандартів з урахуванням кількості телекамер, що використовуються. Висоту щогли можна спочатку визначити за умови, що кут між центром гравального поля і центром каркаса оголовка повинен бути не менше 25° , при забезпеченні відсутності світильників, націлених понад 70° від вертикалі.

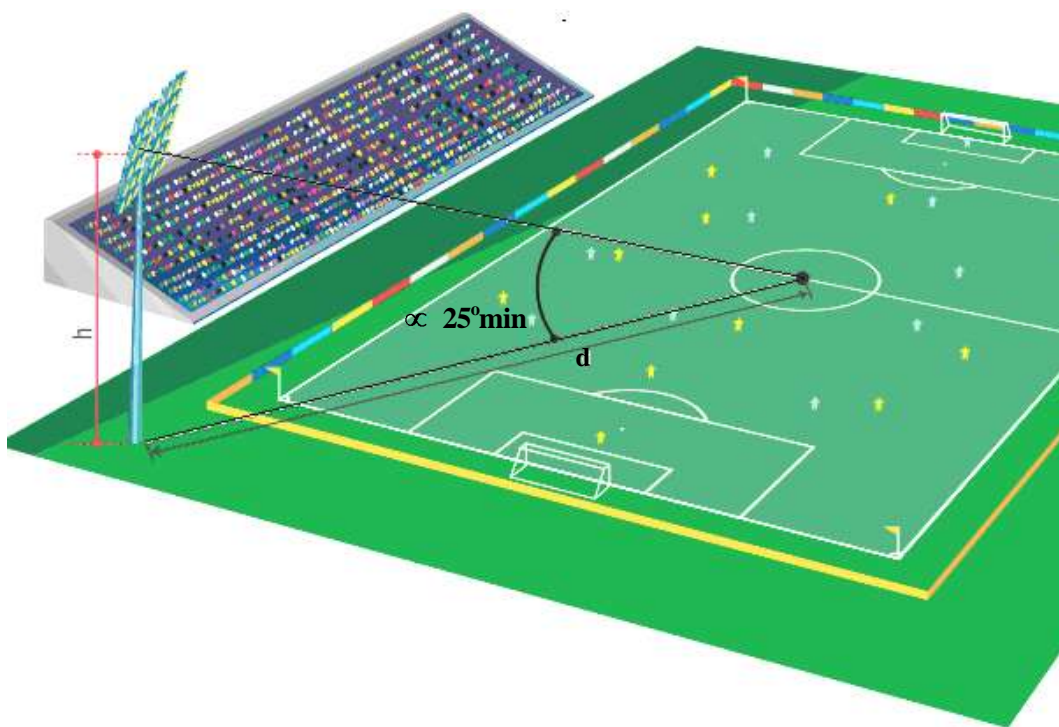


Рис. 2.15 – До визначення висоти щогли

Бічне освітлення

У звичній практиці використовують структури підтримки для систем освітлення. У козирках над трибунами встановлені системи, які дозволяють освітлювати поле ефективніше у порівнянні із групою прожекторів на кутових щоглах, для яких необхідно збільшувати висоту і відстані.

Розподілені бічні світлові системи мають також не створювати різких і протяжних тіней, тим самим забезпечуючи комфортніше візуальне середовище для глядачів на стадіоні і для телеглядачів. Для забезпечення хороших умов спостереження для воротарів і нападаючих з кутів, освітлювальне устаткування не слід розміщувати в зоні менше 15° в обидві сторони від головної лінії.

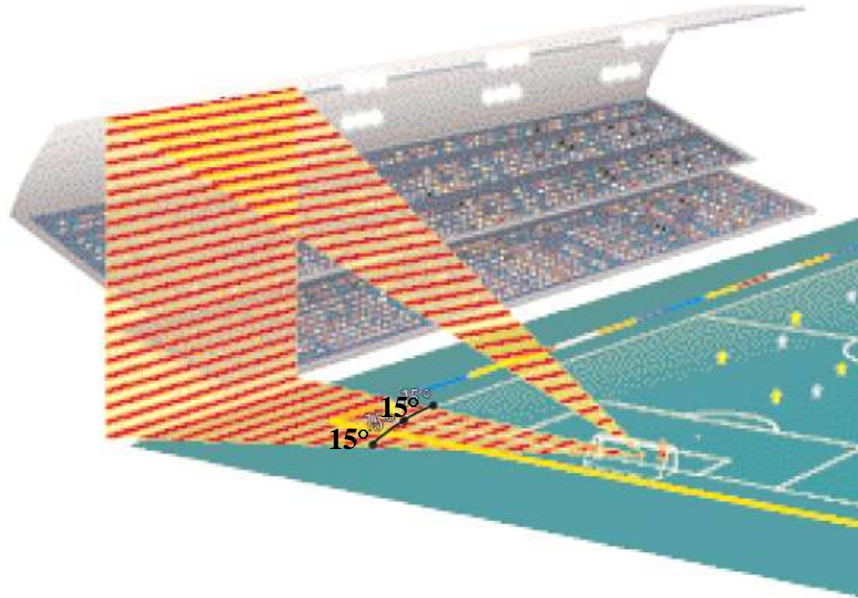


Рис. 2.16 – Застосоване розміщення освітлювального устаткування

Допустиме поперечне розміщення прожекторів

У більшості випадків встановлюють два ряди прожекторів, які вмонтовують на каркас козирка даху.

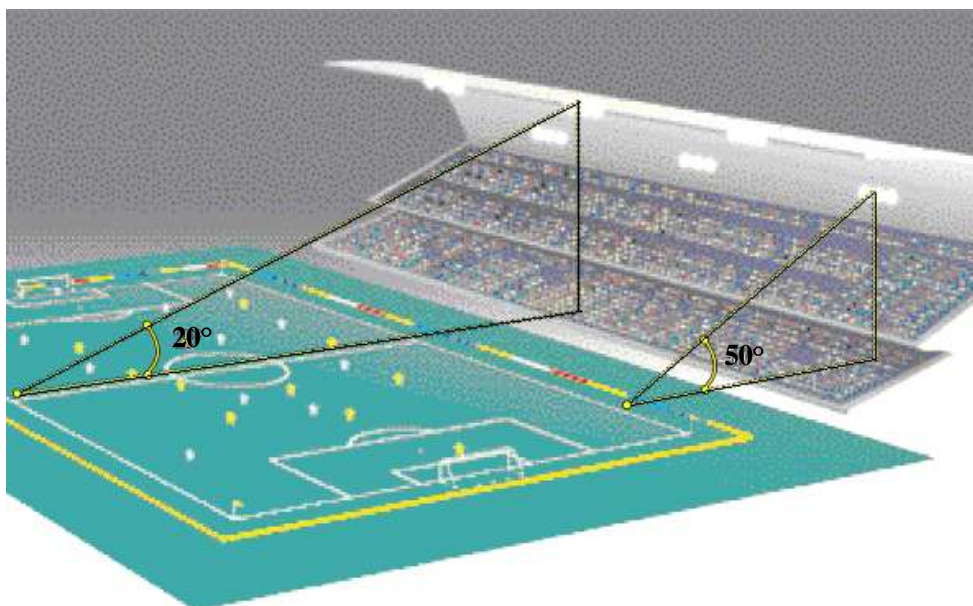


Рис. 2.17 – Оцінка дворядного козиркового розміщення прожекторів

Перший закриває край козирка, а другий розміщений під дахом поряд з першим, з урахуванням забезпечення достатньої освітленості уздовж дотичних ліній.

Поперечне розміщення двох рядів прожекторів відрізняється за підйомом (монтажна висота) і проектною відстанню до поля.

Розміщення телекамер

Огляд телекамер

Існує багато можливих позицій телекамер, які можна використовувати для створення або збільшення якості телепередачі. Далі розглянуті позиції телекамер, популярні сьогодні.

Значення світлотехнічних параметрів повинні враховувати реальні позиції телекамер, що використовуються, тим самим забезпечуючи кожній телекамері отримання необхідного рівня освітленості, необхідного для створення якісного зображення.

Рівень освітленості для кожної позиції і типу камери можна визначити з таблиці 2.1.

Основні точки спостереження (POVXs), які треба розглядати для ігор ФІФА (рисунок 1.10):

- камера 1 - головна безперебійність,
- камера 2 – кутова високорівнева,
- камера 3 – високорівнева за лінією воріт,
- камери 4 і 5 – за лінією поля,
- камера 6, 7 і 8 – дотичні лінії на рівні падіння.
- камера 9 – зворотне кутове уявлення

Для мінімального огляду з камерами 1, 2, 4 використовують чотири вертикальні площини для моделювання камери з боку падіння.

У таблиці 2.1 наведені узагальнені критерії освітлювального устаткування для міжнародних і національних матчів з телетрансляцією, до яких віднесені:

- вертикальна освітленість,
- горизонтальна освітленість
- колірна температура джерел світла
- індекс кольоропередачі
- нерівномірність вертикальної і горизонтальної освітленості.

Таблиця 2.1 – Характеристики освітлення футбольних полів, що рекомендуються (для телевізійних трансляцій)

Клас гри	Розрахунки по відношенню	Вертикальна освітленість			Горизонтальна освітленість			Характеристики ламп	
		Ев кам. середн., лк	нерівномірність		Ег середн., лк	нерівномірність		Колірна температура лампи, Ткол, К	Індекс кольоропередачі Ra
			U1	U2		U1	U2		
Міжнародний клас V	Фіксованій камері	2400	0,5	0,7	3500	0,6	0,8	Ткол > 4000К	≥ 80 переважно 90
	Мобільній камері	1800	0,4	0,65					
Національний клас IV і продовження телетрансляції	Фіксованій камері	2000	0,5	0,65	2500	0,6	0,8	Ткол > 4000К	≥ 80
	Мобільній камері	1400	0,35	0,6					

2.3 Сучасні прожектори

Розглянемо як приклади конструкції прожекторів, призначених для освітлення відкритих просторів, виробництва таких відомих фірм як Geviss Evrolight, Philips, Shreder.

Geviss Evrolight: прожектори цієї фірми виконуються зі ступенем захисту IP 66 (частковий захист від пилу – застосовується у постійно запиленних приміщеннях, захист від штормових потоків, застосовується у місцях, які підлягають енергійному миттю та штормам), клас з електрозахисту I (прилад, в якому захист від електричного ураження забезпечений не лише виключно загальною ізоляцією, а й додатковим запобіжним заходом, який полягає в з'єднанні доступних струмопровідних частин із захисним (заземлюючим) проводом, який входить у склад стаціонарної електроустановки, таким чином, що доступні струмопровідні частини не стають небезпечними у випадку несправності загальної ізоляції), прилади придатні для безпосереднього встановлення на звичайно спалахуючі поверхні.

Прожектори відповідають усім вимогам по освітленню великих поверхонь, стійкий до термоударів, корозійних агентів та сольового туману. Придатні до застосування у місцях, які знаходяться під прямим впливом атмосферних явищ. Крім того, легко виконується електропроводка, при виконанні техобслуговування наводки не змінюються, є можливість точної установки з візуалізацією кута наводки, знижена робоча температура на запальовачі. Модель „**Колоссеум**” має декілька варіантів виконання (рисунк 2.18).

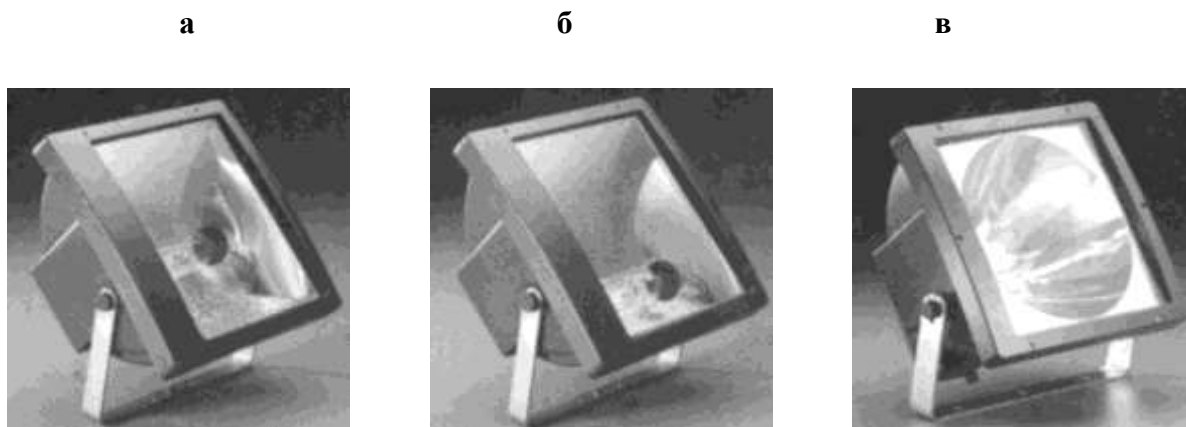


Рис. 2.18 – Варіанти виконання прожекторів Колоссеум:

а) симетрично розсіююча оптика; б) несиметрично розсіююча оптика;
в) круга концентруюча оптика

Електричні характеристики кожного варіанта наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Електричні характеристики прожектора „Колоссеум”

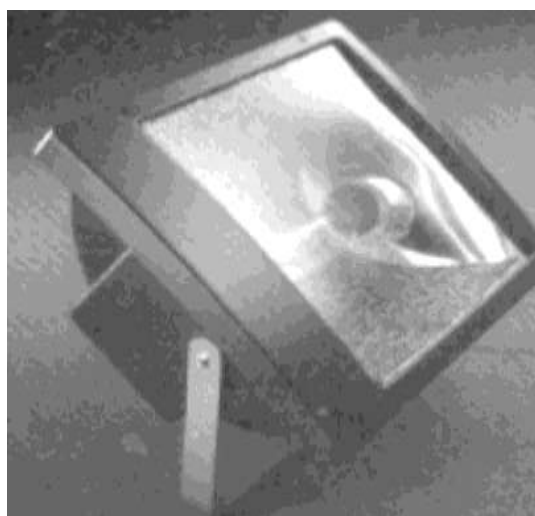
Оптика	Потужність лампи, Вт	Тип лампи	Струм, А	Вага, кг	Патрон
Симетрично розсіююча оптика, несиметрично розсіююча оптика	1000	MT	8,25	12,8	Е 40
			9,5		
		ST	10,3		
Варіант без електропроводки	1000	MT	9,5	12	Е 40
		ST	10,3		
Кругла концентруюча оптика	1000	MN	9,5	12,6	Е 40

Застосування: спортивні споруди, які вимагають високої освітленості, освітлення деталей з великих відстаней, великі поверхні й відкриті площадки.

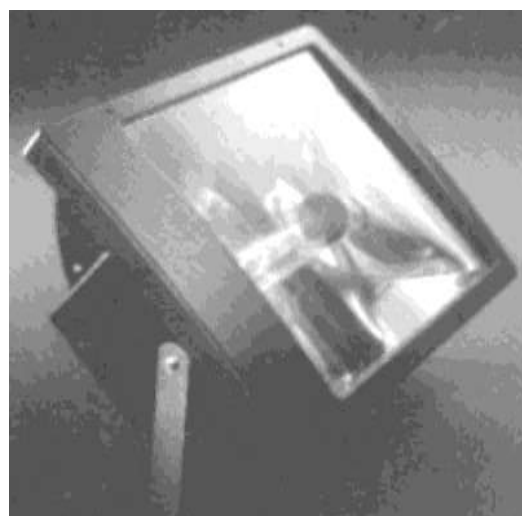
Прилади з розсіюючою оптикою: спортивні споруди (середня освітленість до 600 люкс); залізничні станції, аеро- й морські вокзали; великі автозаправочні станції; автостоянки.

Прилади з круглою концентруючою оптикою: спортивні споруди (середня освітленість до 600 люкс), стадіони, які повинні бути пристосовані для телевізійних зйомок; пам'ятники або архітектурні деталі, які освітлюються з великої відстані.

Для зовнішнього освітлення розроблено також прожектор **Стадіум**.



а



б

Рис. 2.19 – Варіанти виконання прожекторів Стадіум:

а) симетрично розсіююча оптика; б) симетрично концентруюча оптика

Електричні характеристики обох варіантів однакові і наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Електричні характеристики прожектора „Стадіум”

Оптика	Потужність лампи, Вт	Тип лампи	Струм, А	Вага, кг	Патрон
Симетрично розсіююча оптика, симетрично концентруюча оптика (з електропроводкою)	1000	ST	10,3	22	Е 40

Застосовують для освітлення великих відкритих поверхонь та площадок.

Симетрично розсіююча оптика: спортивні споруди (освітленість до 400 люкс); суднобудівні верфі; великі залізничні станції, аеро- та морські вокзали.

Симетрично концентруюча оптика: великі стадіони, придатні для телезйомок, іподроми, великі транспортні розв'язки.

Обидва прожектори монтують на стояку-маяку, на стовпі, передбачена також настінна й стельова установка.

Технічні характеристики:

- матеріали й оформлення: корпус з алюмінієвого литва під тиском; антикорозійна обробка: хромування „ALODINE 1200”; фарбується термореактивним порошком сірого димчастого кольору; парабола з полірованого та анодованого алюмінію А 99,85; екран виготовлено із загартованого скла, удароміцність 20 Дж; ущільнюючі силіконові прокладки; зовнішні гвинти з неіржавіючої сталі;

- електропроводка: блок живлення зовнішній, розташований в коробці; коробка з алюмінієвого литва під тиском; антикорозійна обробка: хромування „ALODINE 1200”; фарбування термореактивним порошком сірого димчастого кольору; кабелі гнучкі з силіконовою ізоляцією та плетінням з скловолокна; $\cos \varphi > 0,9$; ламповий патрон керамічний; трьохполюсний затискач живлення з нейлону для кабелів перерізом $2,5 \text{ мм}^2$;

- комплектуючі: скоба з гаряче оцинкованої сталі; упаковка з гофрованого картону; кабельний затиск Pg 13,5 GW з PLAST.

Габаритні розміри прожекторів показані на рисунках 2.20 і 2.21.

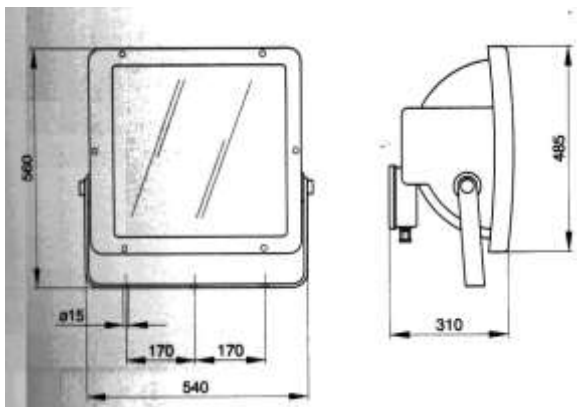


Рис. 2.20 – Колоссеум

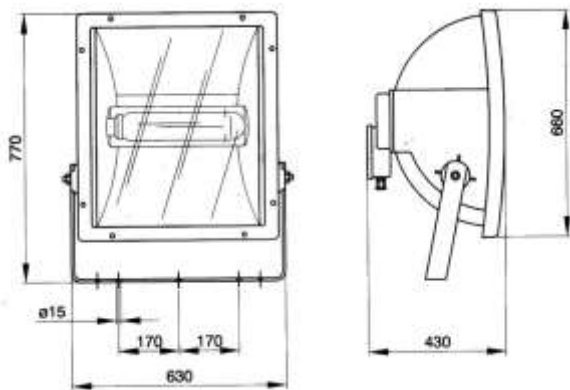


Рис. 2.21 – Стадіум

Фотометричні характеристики прожектора Колоссеум наведені на рисунках 2.22 – 2.24.

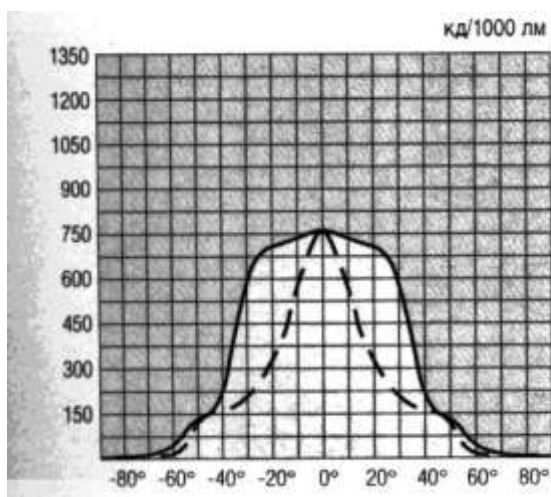


Рис. 2.22 – Колоссеум 1000 Вт, МТ/СТ, симетрично розсіююча оптика

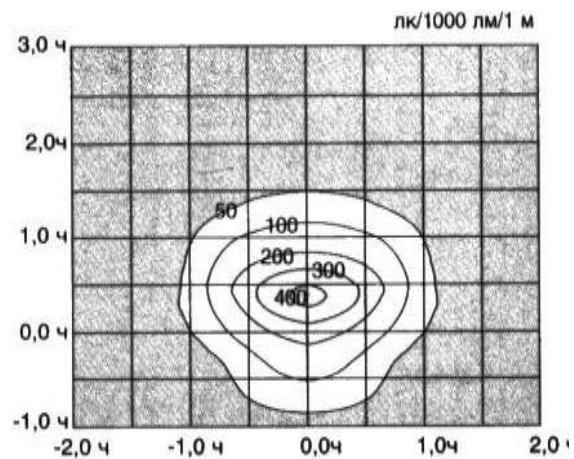
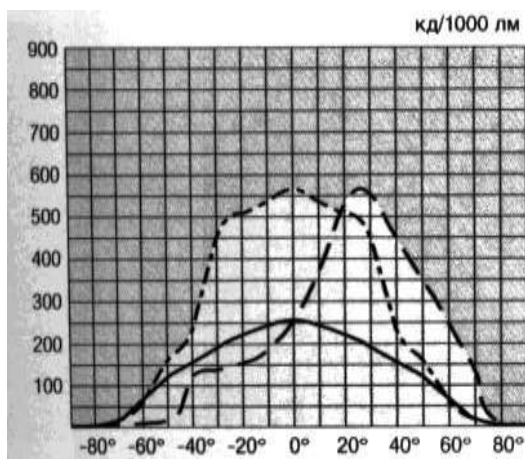
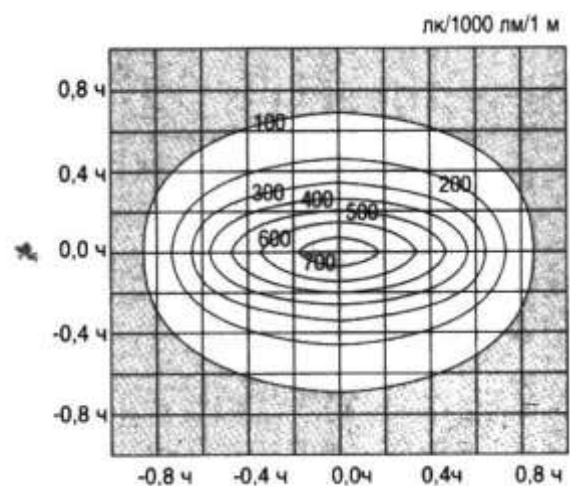


Рис. 2.23 – Колоссеум 1000 Вт, МТ/СТ, несиметрично розсіююча оптика

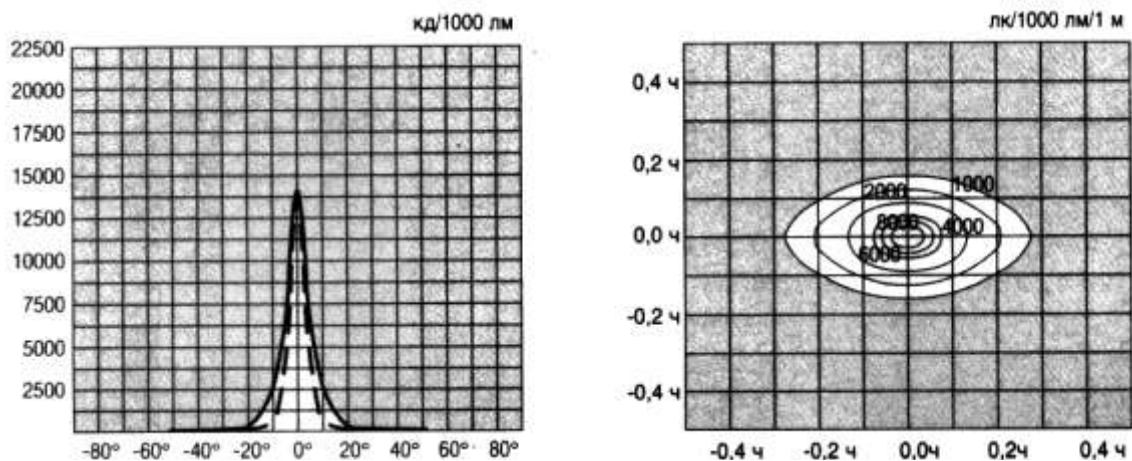


Рис. 2.24 – Колоссеум 1000 Вт, МТ/СТ, круга концентруюча оптика

Фотометричні характеристики прожектора „Стадіум ” наведені на рисунках 2.25, 2.26.

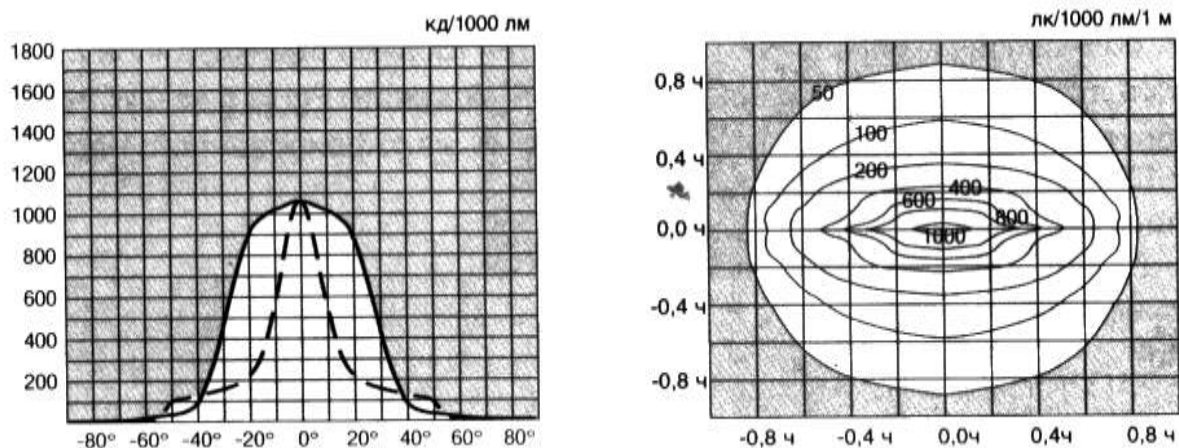


Рис. 2.25 – Стадіум 1000 Вт, СТ, симетрично розсіююча оптика

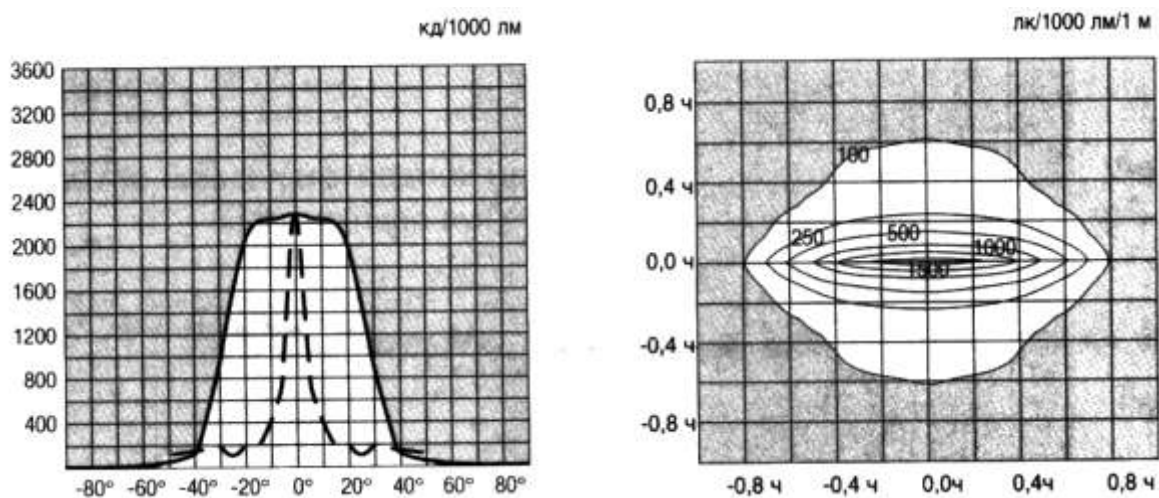


Рис. 2.26 – Стадіум 1000 Вт, СТ, симетрично концентруюча оптика

Philips: прожектор для газорозрядних ламп високого тиску. Прожектор заливаючого світла використовується з однією чи двома лампами. Корпус, блок установки лампи і захисна кришка виготовлені з литого під високим тиском алюмінію з низьким вмістом міді. Симетрична оптика створює вузький чи широкий світлорозподіл в залежності від вибору основного відбивача.

Застосування: площадки для ігрових видів спорту, освітлення територій (доки, контейнерні термінали) й декоративне зовнішнє освітлення.

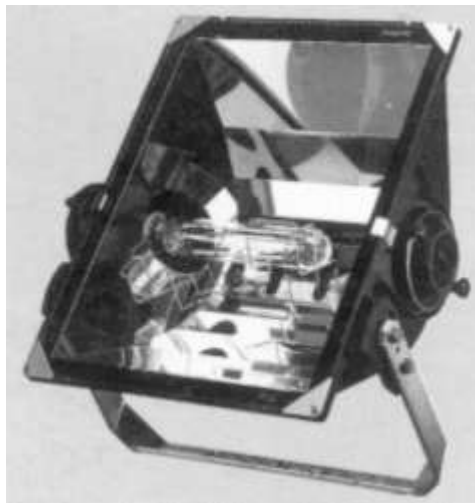


Рис. 2.27 – Загальний вигляд прожектору MVF

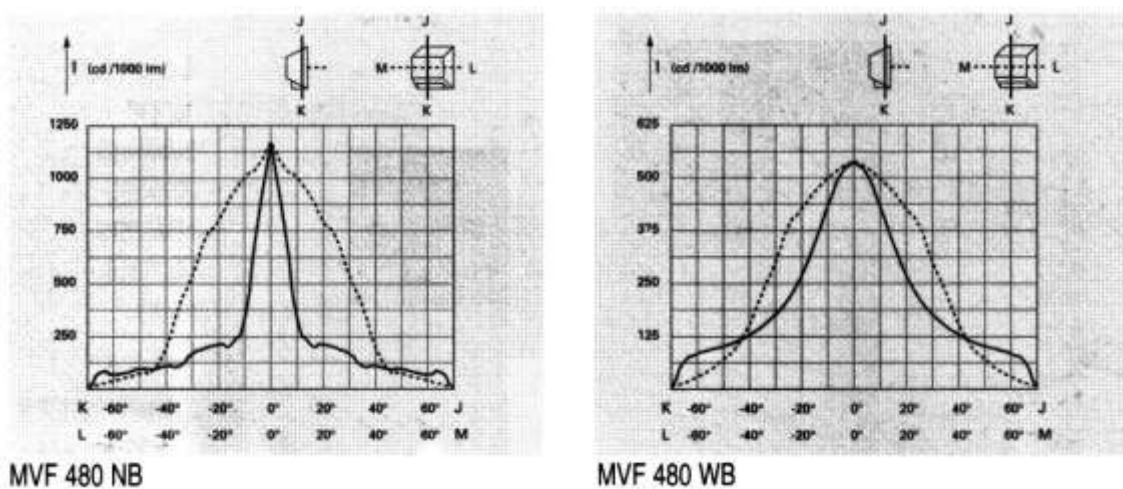
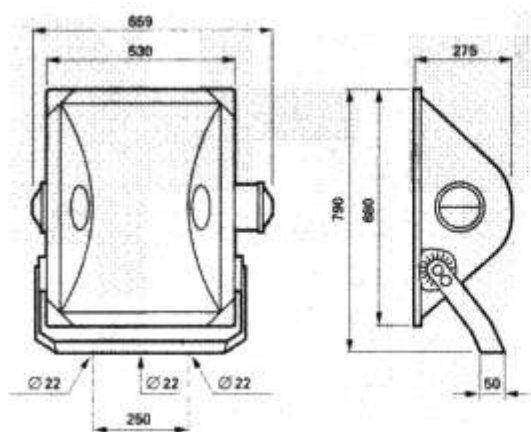


Рис. 2.28 – Фотометричні характеристики прожекторів MVF

В цьому прожекторі можуть використовуватись лампи потужністю 400, 1000 та 2000 Вт.

а



б

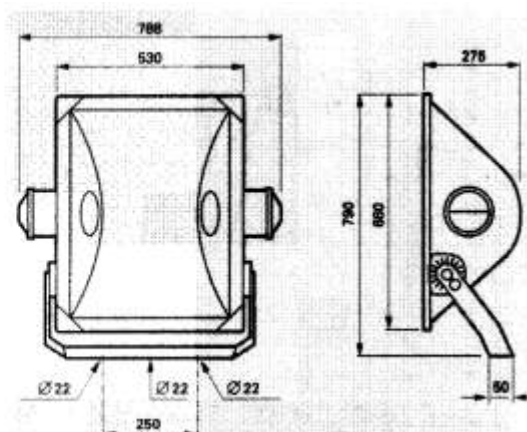


Рис. 2.29 – Габаритні розміри модифікацій прожекторів Philips:
а – *MVF 480 NB*, б – *MVF 480 WB*

Schreder: розглянемо наступні розробки:

Radial 4 (рисунок 2.31): прожектор з класом захисту IP 65 (частково захищений від пилу та від струменів води з усіх сторін) для ДНаТ, металогалогенних та ртутних ламп, складається з двох частин, виготовлених з пофарбованого литого алюмінієвого сплаву. Корпус складається з відбивача, виготовленого з полірованого анодованого алюмінію та панелі контрольного механізму. Захисне скло виготовлено термічно загартованим. Кріпиться до приладу за допомогою силіконових ущільнювачів. Монтується за допомогою кронштейнів. Клас з електрозахисту I, вага 12 кг.

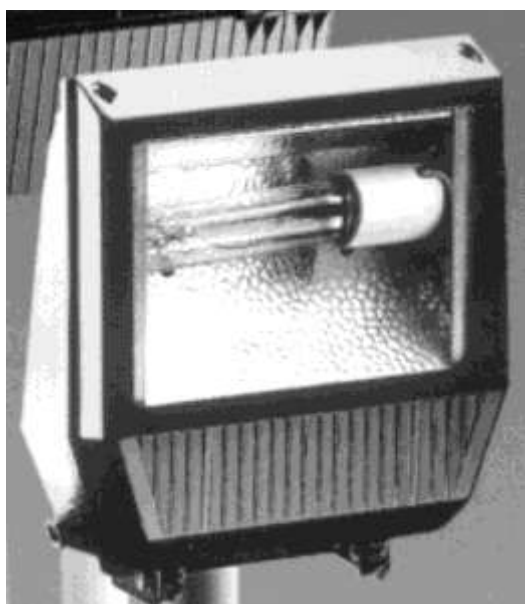


Рис. 2.30 – Radial 4

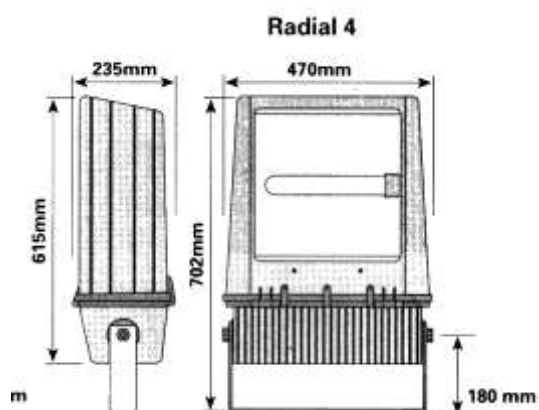


Рис. 2.31 – Габаритні розміри прожектору Radial 4

Переваги: великий вибір відбивачів; з'єднаний в одне ціле контрольний механізм.

Монтаж: на стіну, на землю, на спеціальний пристрій, на трубу 60 мм, використовуючи додаткове кріплення і сталеві втулки. Кронштейни дозволяють виконувати вертикальний, горизонтальний та монтаж під кутом.

Типи відбивачів:

- напівциліндричний, положення лампи зміщене від центру, лампа може розташовуватись по центру, асиметричний світловий потік.
- параболоїдний відбивач, поперечне положення лампи.

Застосування: вуличне освітлення, спортивні майданчики, підсвітка архітектурних та декоративних споруд.

Модель **RS** розроблено для спортивних майданчиків, інших великих відкритих просторів.

Прожектор з класом захисту IP 65, для ДНаТ та металогалогенних ламп, зроблений з одного листа високоочищеного алюмінію, змонтований з двома тримачами, які дають доступ до лампи. Термічно загартоване скло кріпиться до відбивача за допомогою силіконових ущільнювачів. Контрольний механізм не під'єднано. Вага 9 кг. Електрозахист І. Встановлюється на будь-яку плоску поверхню, за допомогою кронштейнів.

Прожектор монтують з внутрішнім спрямованим відбивачем, щоб досягнути асиметричного світлорозподілу шляхом виключення вузьких жмутків світлових променів та повернення їх назад на освітлювальну площину.



Рис. 2.32 – Загальний вигляд прожектору RS

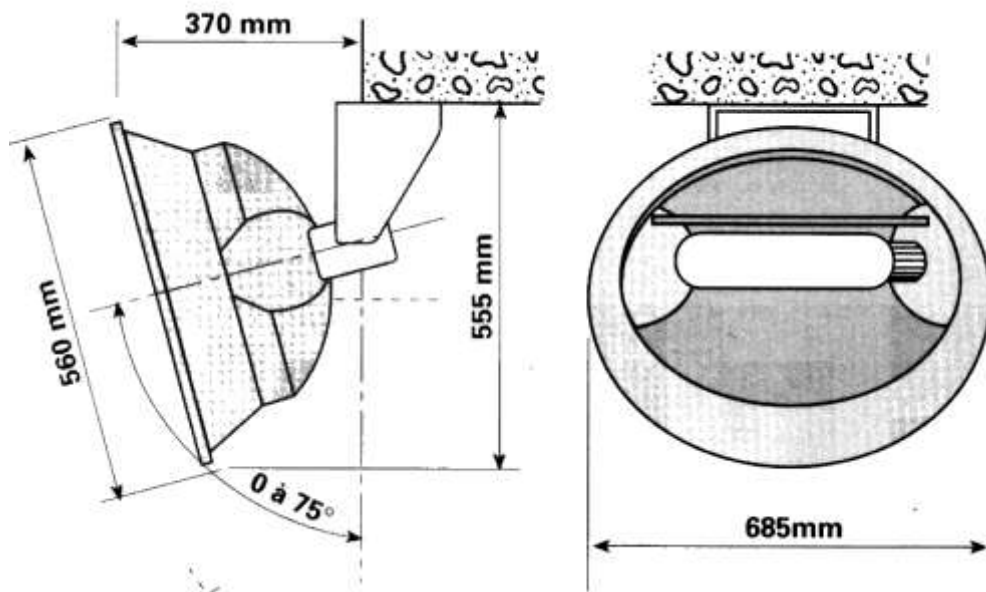


Рис. 2.33 – Габаритні розміри прожектора RS

OLYMPIA 2 застосовують для освітлення спортивних майданчиків та великих відкритих просторів.



Рис. 2.34 – OLYMPIA 2

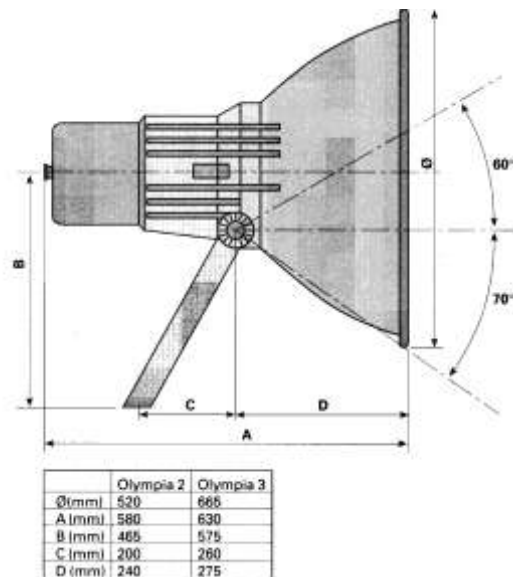


Рис. 2.35 – Габаритні розміри прожектору OLYMPIA 2

Прожектор для ДНаТ 1000 і металогалогенних ламп. Відбивач, який виготовляється витяжкою з алюмінієвого анодованого та полірованого листа, фіксується на круглій основі, кріпиться до корпусу двома неіржавіючими сталевими довгими кріпленнями. Термічнозагартоване скло кріпиться до відбивача за допомогою силіконових ущільнювачів. Корпус зроблено з пофарбованого литого алюмінію, монтується з

регульованим лампотримачем й з анодованим полірованим допоміжним відбивачем.

Кронштейн зроблено з пофарбованої гальванізованої сталі, він кріпиться до корпусу прожектора, на нього також може кріпитися з'єднувальна коробка.

Захист 54 (частковий захист від пилу, в зрідка пильних приміщеннях, від води – розпилення з усіх сторін, місця, які піддаються дії струменів та дощу, станції з проходженням транспортних засобів). Вага 13 кг.

Переваги: інтенсивний світлорозподіл, доступ до лампи ззаду.

Незважаючи на високі технологічні, світлотехнічні та експлуатаційні показники, основним недоліком цих прожекторів являється їх висока вартість та потреба в додатковому навчанні обслуговуючого персоналу.

Для освітлення великих відкритих просторів в нашій країні застосовуються прожектори з потужними ксеноновими лампами. В якості аналога розглянемо освітлювальний пристрій ККУ01×20000 для лампи 20 кВт.

Цей пристрій складається з світильника, блоку автоматики, блоку запалюючого пристрою та з'єднувального кабеля. Світильник представляє собою конструкцію з параболічним відбивачем (рисунок 2.36) з полірованої листової нержавіючої сталі марок Х18Н9Т або Х18Н10Т. Він встановлений на рамі та може повертатись і закріплюватись під необхідним кутом нахилу.

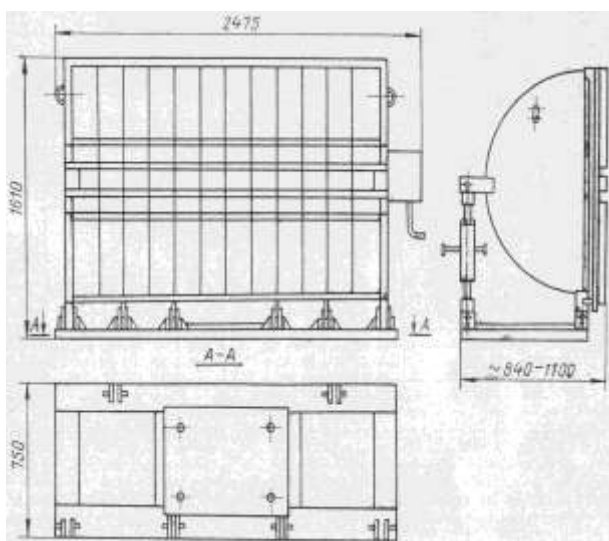


Рис. 2.36 – Габаритні розміри пристрою ККУ01×20000

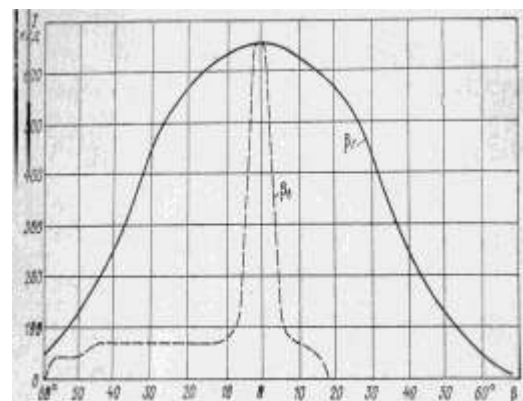


Рис. 2.37 – Криві сили світла пристрою ККУ01×20000

Блок запалюючого пристрою жорстко закріплений на корпусі світильника. Всередині світильника встановлено ізолятори з зажимами струмопроводів до виводів ламп, а також кронштейни з кварцовими опорами для запобігання провисання розігрітих ламп.

Криві сили світла цього пристрою зображено на рисунку 2.37. Установка є дуже енергоємною, громіздкою і незручною при монтажі й експлуатації. Крім того, застосовуючи такі прожектори, важко досягнути точного націлювання їх на конкретну точку освітлюваної території та рівномірного розподілу освітленості. Ксенонові лампи потребують обережного поводження і створюють додаткову небезпеку при експлуатації, а також можливість ультрафіолетового опромінення та засліплення при монтажі.

2.4 Розрахунок системи освітлення

Кінцевою метою розрахунку прожекторної установки є визначення:

- числа прожекторів, які треба встановити для створення на освітлюваній площі заданої розрахункової освітленості;
- місць установки прожекторних щогл та прожекторів;
- висоти установки прожекторів над освітлюваною площиною;
- кутів нахилу прожекторів у вертикальній та горизонтальній площинах.

Для орієнтовних розрахунків найчастіше застосовують метод світлового потоку або метод питомої потужності.

Коефіцієнт запасу освітленості при розрахунках прожекторного освітлення з урахуванням підвищеного запилення відбивача та захисного скла прожектора на його світлотехнічні характеристики рекомендується приймати рівним 1,5 [2].

Розрахунок прожекторного освітлення проводиться, задаючись нормованими освітленостями в горизонтальній площині.

При встановленні прожекторів на вершині щогли з кутом нахилу θ біля підніжжя щогли утворюється темна неосвітлена зона. Вона тим більша, чим менший кут θ . Це пояснюється тим, що корпус прожектора екранує світне тіло лампи та відбиваючі частини відбивача в межах кута більше $45 - 50^\circ$ в напрямі оптичної осі приладу. Тому доцільно розміщувати вишки з прожекторами таким чином, щоб неосвітлені плями накладались і мали якомога меншу площу.

Вибір кута нахилу прожекторів. При зміні кута нахилу прожектора (кута між напрямом оптичної осі прожектора і горизонтом) значно змінюються освітленість, форма і площа світлової плями. Світлова пляма при куті нахилу прожектора θ , перевищуючому половину кута розсіяння у вертикальній площині ($\theta > \beta_b$), має форму еліпса, при рівності кутів θ і β_b – параболи і при $\theta < \beta_b$ – гіперболи. Коефіцієнт використання світлового потоку в першому випадку буде найбільшим, оскільки весь світловий потік прожектора в межах кута розсіяння потрапляє на освітлювану поверхню. Проте з цього не слід робити висновок про неприйнятність вживання малих кутів нахилу, оскільки в деяких випадках, наприклад при необхідності освітлення далеко розташованих об'єктів або для створення освітленості у вертикальній площині, таке рішення буде раціональним. Численні обчислення показали, що і площа, обмежена кривою рівної освітленості, також змінюється при зміні кута нахилу. При великих кутах нахилу світлова пляма знаходиться в безпосередній близькості від основи прожекторної щогли. Потім із зменшенням кута нахилу вона переміщується все далі і далі від щогли і набуває еліптичну форму. Площа світлової плями спершу зростає до певної межі, а потім починає зменшуватися, і при деякому значенні кута нахилу світлова пляма перетворюється на точку, яка по своєму розташуванню співпадає або знаходиться поблизу точки перетину оптичної осі прожектора з освітлюваною горизонтальною площиною. Кут нахилу прожектора, при якому площа, обмежена кривою однакової заданої освітленості, має максимальне значення, є найвигіднішим. Визначити цей кут можна шляхом вимірювання і порівняння площі світлової плями при різних кутах нахилу, що вимагає великої витрати часу.

Вирішальними чинниками, що визначають вибір кута нахилу прожекторів, є відстань від прожекторної щогли до освітлюваної ділянки території і практично можлива висота установки прожекторів.

Вежу з прожекторами рекомендується орієнтувати таким чином, щоб якомога рівномірніше освітити майданчик, одночасно намагаючись зайняти мінімальну площу під саму вежу. Для забезпечення рівномірності освітлення недоцільно встановлювати ряд прожекторів однакової потужності, оскільки при цьому більш віддалені точки майданчика доводиться освітлювати більшою кількістю прожекторів. Враховуючи досвід сучасного освітлення, варто використовувати прожектори різної

потужності, більшої для віддалених точок, і меншої для точок, розташованих ближче до вежі.

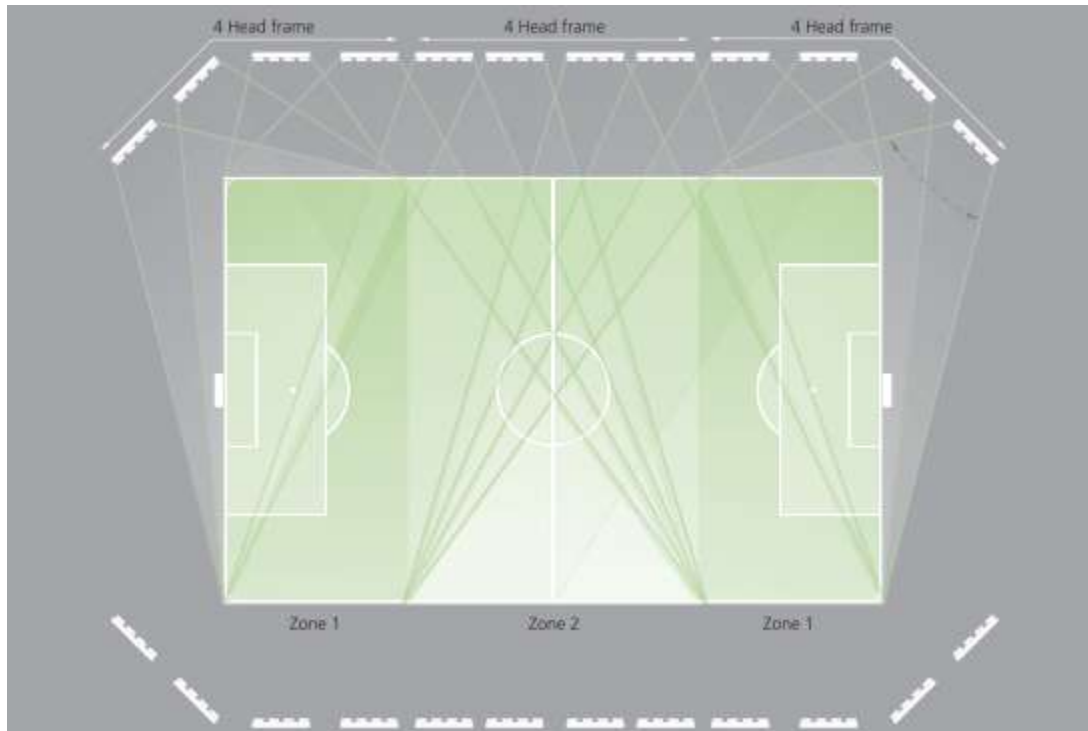


Рис. 2.38 – Хід променів прожекторів різної потужності для рівномірного освітлення поля

Для обмеження засліпленості від прожекторів за нормативними вимогами відношення осьової сили світла найпотужнішого прожектора з установки до квадрату висоти його встановлення над рівнем ока спостерігача не повинне перевищувати 300 [2]. Згідно з цим мінімально допустима висота установки прожекторів визначається за формулою

$$H = \sqrt{\frac{I_{\max}}{300}} = \sqrt{\frac{1430 \cdot 10^3}{300}} = 70 \text{ м}$$

Потрібну кількість прожекторів і загальну встановлену потужність установки прожекторного освітлення попередньо можна визначити спрощеним способом за **методом світлового потоку**.

Необхідну кількість прожекторів визначають за формулою

$$n = \frac{E_n K S}{\Phi_n \eta u z} \quad (1)$$

де E_n – нормована освітленість, лк;

K – коефіцієнт запасу, $K = 1,5$, з міркувань, наведених вище;

S – площа, яка освітлюється, м^2 ;

$\Phi_{\text{л}}$ – світловий потік лампи вибраного типу прожектора, лм;

η – ККД прожектора в частках одиниці;

u – коефіцієнт використання світлового потоку прожектора, який визначається розмірами освітлюваної площі, створеною освітленістю та формою кривої світлорозподілу прожектору. Чим більша освітлювана площа, тим менші втрати світлового потоку. При цьому відіграє роль в основному не довжина освітлюваної площі, а її ширина;

z – коефіцієнт нерівномірності освітлення, рівний відношенню E_{min} до $E_{\text{ср}}$, який визначається багатьма факторами, зокрема коефіцієнтом підсилення, формою кривої світлорозподілу прожектора, висотою його встановлення та значенням створюваної освітленості.

Вибір для конкретного проектного випадку певного джерела світла і типу прожектора однозначно встановлює значення світлової віддачі і ККД η незалежно від параметрів і призначення освітлюваної площі.

Коефіцієнт використання світлового потоку визначається розмірами освітлюваної площі, створюваною освітленістю і формою кривої розподілу світла прожектора. Чим більше освітлювана площа, тим менше втрати світлового потоку. При цьому значну роль відіграє в основному не довжина освітлюваної площі, а її ширина. Вищі розрахункові освітленості зумовлюють великі кути нахилу прожекторів і тим самим менші втрати світлового потоку.

Коефіцієнт нерівномірності освітлення z визначається багатьма чинниками, зокрема коефіцієнтом посилення, формою кривої розподілу світла прожектора, заввишки його установки і значенням створюваних освітленостей. Як показали розрахунки, коефіцієнт нерівномірності має значно менше значення при створенні освітленості в межах 0,5 – 1,5 лк, коли застосовується одношарова компоновка ізолюкс.

Після визначення необхідної кількості прожекторів виходячи з параметрів освітлюваної площі, її особливостей і призначення визначається число і місця розташування прожекторних щогл. Цим самим також визначається і число прожекторів, що підлягають установці на кожній з них.

Слід враховувати необхідність забезпечення в міру можливості багатобічного освітлення кожного з об'єктів освітлюваної території. Відстань між щоглами приймається, виходячи з висоти вживаних прожекторних щогл, призначення і особливостей освітлюваної території.

При освітленні територій, вільних від затінюючих споруд, великогабаритного устаткування або механізмів (наприклад, кар'єри), відстань між щоглами не повинна перевищувати 15-кратної висоти щогл. За наявності затінюючих споруд це співвідношення повинне бути понижено. В міру можливості для установки прожекторів повинні бути використані висотні споруди, що є на освітлюваній території, і природні підвищення.

Розрахунок освітленості від одиночного прожектора. Різними авторами в різний час було запропоновано декілька методів розрахунку прожекторного освітлення. Найпростіший і найпоширеніший метод розроблений Р. А. Сапожниковим і Р. М. Кноррінгом. Він заснований на використанні кривих відносних ізолюкс і допоміжних розрахункових таблиць (таблиця 2.4).

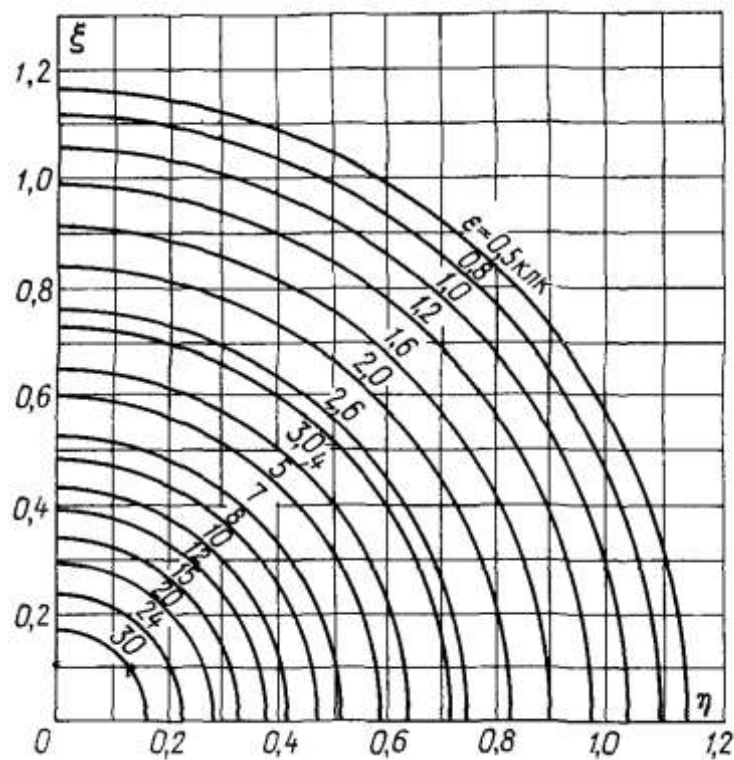


Рис. 2.39 – Криві відносних ізолюкс прожектора ПСМ-50 з лампою ДРЛ-700

Криві відносних ізолюкс (рисунки 2.39, 2.40) є криві, що з'єднують точки рівної розрахункової освітленості в площині, перпендикулярній оптичній осі прожектора, що знаходиться на відстані 1 м від світлового центру прожектора. Координатами кожної точки кривих відносних ізолюкс прийняті ξ і η , причому вісь ξ відповідає осі X в системі прямокутних координат і вісь η — осі Y.

Таблиця 2.4 – Значення параметрів ξ , ρ і ρ^3 для розрахунку прожекторного освітлення

θ	Параметр	a/h_p																
		1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9
8	ξ	0,75	0,49	0,34	0,25	0,19	0,14	0,11	0,08	0,06	0,04	0,03	0,02	0	0,01	0,02	0,03	0,03
	ρ	1,13	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6	7,1	7,6	8,1	8,6	9,0
	ρ^3	1,42	4,2	9,5	18	30	46	68	97	132	173	225	284	350	430	520	625	740
10	ξ	0,7	0,44	0,30	0,21	0,15	0,11	0,07	0,05	0,03	0,01	0,01	0,02	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07
	ρ	1,16	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6	7,1	7,6	8,1	8,5	9,0
	ρ^3	1,54	4,5	9,8	18	30	48	69	98	132	174	225	284	353	432	520	625	735
12	ξ	0,63	0,40	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04	0,01	0,01	0,03	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10
	ρ	1,19	1,7	2,2	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0
	ρ^3	1,66	4,7	10	19	31	48	70	98	132	174	225	283	350	425	515	620	730
14	ξ	0,6	0,35	0,23	0,14	0,08	0,04	0	0,03	0,05	0,07	0,08	0,09	0,11	0,11	0,12	0,13	0,14
	ρ	1,21	1,7	2,2	2,7	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0
	ρ^3	1,77	4,9	10	19	31	48	70	98	132	173	222	280	345	425	512	610	720
16	ξ	0,56	0,32	0,13	0,10	0,04	0	0,04	0,06	0,09	0,10	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17
	ρ	1,24	1,7	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6	5,0	5,6	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,4	8,9
	ρ^3	1,42	5,1	11	19	32	48	70	97	130	172	220	277	343	415	500	600	710
18	ξ	0,56	0,28	0,15	0,07	0,01	0,04	0,07	0,10	0,12	0,14	0,15	0,17	0,18	0,19	0,19	0,20	0,21
	ρ	1,26	1,7	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0	7,4	7,9	8,4	8,9
	ρ^3	2,0	5,2	11	19	32	48	69	97	130	170	216	272	340	410	495	580	700
20	ξ	0,47	0,25	0,12	0,04	0,05	0,07	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,24
	ρ	1,28	1,8	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6	5,0	5,5	6,0	6,4	6,9	7,4	7,9	8,3	8,8
	ρ^3	2,1	5,3	11	19	32	48	68	95	128	167	213	267	330	400	485	580	680
22	ξ	0,42	0,21	0,08	0,01	0,06	0,11	0,14	0,17	0,19	0,21	0,22	0,24	0,25	0,26	0,27	0,27	0,28
	ρ	1,3	1,8	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	5,0	5,5	5,9	6,4	6,9	7,3	7,8	8,3	8,7
	ρ^3	2,2	5,6	11	19	32	48	68	94	125	163	210	260	320	390	470	500	660

Продовження таблиці 2.4

θ	Параметр	a/h_p																	
		1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5
24	ξ	0,38	0,17	0,05	0,04	0,10	0,15	0,18	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,29	0,30	0,31	0,31	0,32	0,33
	ρ	1,33	1,8	2,2	2,7	3,1	3,6	4,1	4,5	5,0	5,4	5,9	6,3	6,8	7,3	7,7	8,2	8,6	9,1
	ρ^3	2,3	5,6	11	19	31	47	67	92	123	160	205	255	315	380	460	545	640	750
26	ξ	0,37	0,14	0,01	0,08	0,14	0,18	0,21	0,24	0,26	0,28	0,30	0,31	0,33	0,34	0,34	0,35	0,36	
	ρ	1,34	1,8	2,2	2,7	3,1	3,6	4,0	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,7	7,2	7,6	8,1	8,5	
	ρ^3	2,39	5,7	11	19	31	46	65	90	120	156	198	247	305	370	445	525	620	
28	ξ	0,3	0,10	0,03	0,11	0,17	0,22	0,25	0,28	0,30	0,32	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39		
	ρ	1,35	1,8	2,2	2,7	3,1	3,6	4,0	4,4	4,9	5,3	5,8	6,2	6,6	7,1	7,5	8,0		
	ρ^3	2,47	5,7	11	19	31	45	64	87	116	151	192	240	295	355	425	505		
30	ξ	0,75	0,07	0,06	0,15	0,20	0,25	0,29	0,32	0,34	0,36	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42			
	ρ	1,13	1,8	2,2	2,7	3,1	3,5	4,0	4,4	4,8	5,3	5,7	6,1	6,6	7,0	7,4			
	ρ^3	1,42	5,8	11	19	31	44	62	85	112	145	184	230	283	343	410			

Продовження таблиці 2.4

θ	Параметр	a/h_p								
		9,5	10	10,5	11	11,5	12	13	14	15
8	ξ	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08
	ρ	9,5	10	10,5	11	11,5	12	13	14	15
	ρ^3	860	1020	1170	1350	1530	1740	2200	2700	3400
10	ξ	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11
	ρ	9,5	10	10,5	11	11,5	12	13	14	15
	ρ^3	860	1010	1160	1340	1520	1720	2180	2700	3350
12	ξ	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	
	ρ	9,5	10	10,5	11	11,5	11,9	12,9	13,9	
	ρ^3	850	995	1150	1320	1500	1700	2150	2700	
14	ξ	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17			
	ρ	9,5	9,9	10,4	10,9	11,4	11,9			
	ρ^3	845	980	1140	1300	1480	1670			
16	ξ	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20				
	ρ	9,4	9,9	10,4	10,9	11,3				
	ρ^3	830	960	1110	1200	1450				
18	ξ	0,21	0,22	0,22	0,23					
	ρ	9,3	9,8	10,3	10,8					
	ρ^3	810	940	1080	1240					
20	ξ	0,25	0,26	0,26						
	ρ	9,3	9,7	10,2						
	ρ^3	800	920	1060						
22	ξ	0,25	0,29							
	ρ	9,2	9,6							
	ρ^3	770	890							

Визначення освітленості в точці горизонтальної площини проводиться в наступному порядку.

Знаючи висоту установки прожектора H і кут його нахилу θ і вимірявши за планом координати x і y точки, в якій розраховується освітленість, знаходимо відношення x/H і виписуємо з таблиці 2.4 значення ξ , ρ і ρ^3 . За формулою (6) визначаємо η .

$$\rho = E_p / \eta_{\text{п}} \eta z \gamma, \quad (6)$$

де γ — світлова віддача використаних ламп, лм/Вт.

Знаючи η і ξ , по графіку відносної освітленості знаходимо значення для ε і за формулою визначаємо освітленість в розрахунковій точці.

Якщо необхідно побудувати криві ізолюкс освітлювального приладу, тобто знайти на площині координати точок, що мають задану освітленість, розрахунок проводиться таким чином.

Задаючись послідовно різними значеннями x/H згідно з таблицею 2.4, розраховуємо ординату y , при якій точка має необхідну освітленість. Для кожного значення x/H виписуємо з таблиці 2.4 значення ξ , ρ і ρ^3 , обчислюємо ε за формулою (4) і за графіком кривих відносних ізолюкс застосованого типу прожектора або світильника знаходимо η як абсцису точки, ордината якої рівна ξ , а відносна освітленість — обчисленому значенню ε . Далі, за формулою (2) знаходимо координату y контрольної точки. Проводячи такі розрахункові операції для декількох значень x/H , одержуємо достатнє число точок для побудови кривої однакової освітленості.

Освітленість у вертикальній площині

Освітленість в вертикальній площині можна визначити за формулою:

$$E_v = E_r(t_{\text{п}}/h) \quad (7)$$

де E_r — освітленість у горизонтальній площині в тій же точці, де розраховується освітленість у вертикальній площині;

$t_{\text{п}}$ — найкоротша відстань від проекції світлового центру прожектора на розрахункову площину (рисунок 2.41) до вертикальної площини;

H — висота розміщення прожектора над рівнем розташування розрахункової точки А.

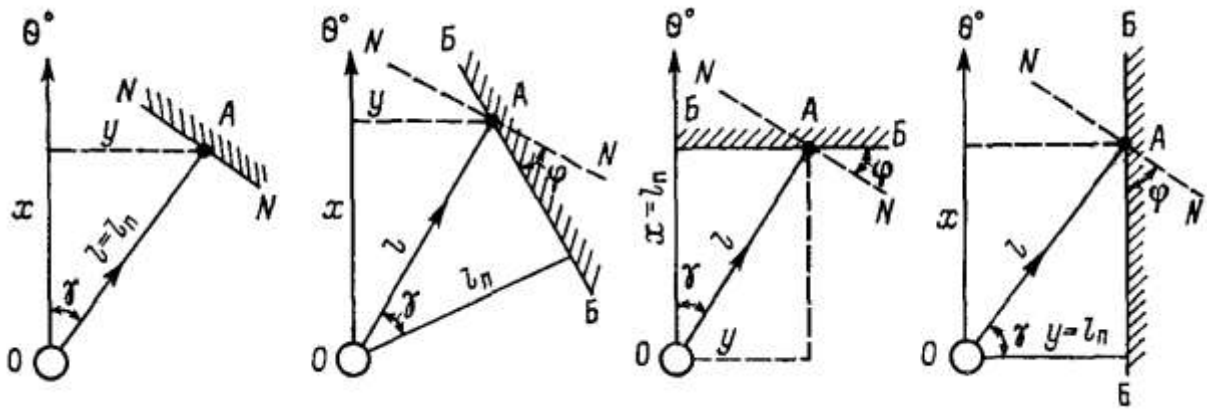


Рис. 2.41 – Схеми розташування вертикальних площин

Формула (7) справедлива для випадку, коли світловий промінь, що створює освітленість в точці А, лежить в площині, перпендикулярній освітлюваній вертикальній площині. Це положення вертикальної площини характеризується максимумом вертикальної освітленості.

Якщо визначається освітленість у вертикальній площині, що відхилена від нормалі $N-N$ (рисунок 2.41), то в розрахункову формулу (7) вводиться додатковий коефіцієнт, рівний $\cos \varphi$.

Розрахункова формула для визначення освітленості у вертикальній площині (незалежно від її розташування) набуває вигляду

$$E_v = E_r(t_n/h)\cos \varphi. \quad (8)$$

Для окремого випадку, коли вертикальна площина перпендикулярна осі X (рисунок 2.41) і $t_n = x$, а кут $\varphi = y$, розрахунок освітленості можна виконати за формулою

$$E_v = E_r(x^2/H \cdot l). \quad (9)$$

При орієнтації вертикальної площини перпендикулярно осі Y (рисунок 2.41) $t_n = y$ і розрахункова формула набуває вигляду

$$E_v = E_r(y^2/H \cdot l). \quad (10)$$

Істотним недоліком точкового методу розрахунку є його клопітливість, що вимагає для проведення розрахунків тривалого часу. Особливо це виявляється при підрахунку горизонтальних і вертикальних освітленостей не від одного, а від багатьох прожекторів або світильників. При проектуванні освітлювальної установки, наприклад, для спортивного стадіону доводиться розраховувати освітленості в дуже багатьох

контрольних точках, розташованих не тільки в різноорієнтованих площинах, але і на різних висотах.

Розрахунок освітленості, створеної групою прожекторів, значно складніший від аналогічного розрахунку для одиночного прожектора. На практиці він здійснюється із застосуванням сучасного програмного забезпечення з великою базою даних, яка містить інформацію про основні світлотехнічні характеристики прожекторів, які найчастіше застосовуються при проектуванні освітлювальних систем, та їх криві однакової освітленості. При розрахунку потрібно лише задати розміри освітлюваної площі, тип прожекторів, які буде використано, їх розташування (точки націлювання). Шляхом поступового підбору, тривалість якого залежить від досвіду проектанта, підбирають найоптимальніший варіант освітлення об'єкта. В результаті розрахунку отримують рівні освітленості по координатно та у вигляді рисунка, а також кути націлювання прожекторів.

2.5 Монтаж, наладка і експлуатація ОУ



Рис. 2.42 – Майданчик щогли з прожекторами

Залежно від конструктивних особливостей світильників, їх ваги і місця установки, а також від призначення освітлюваної споруди монтаж освітлювального устаткування виконується різними способами. У ряді будівельних конструкцій передбачаються заставні деталі, що спрощують

монтаж світильників і мереж електроживлення. Спрощує монтаж також вживання заводських деталей і пристроїв для кріплення освітлювальних приладів: кронштейнів, крюків, коробів, підвісок і т.д. Монтаж виконується відповідно до технічних вказівок проекту. При цьому слід потурбуватися про жорстке кріплення світильників в залах для спортивних ігор. Якщо світильникам потрібно додати деякий кут нахилу, що має місце при виконанні верхньо-бічної системи освітлення, то пристрої, за допомогою яких здійснюється нахил світильників, повинні надійно закріплювати їх у вибраному положенні.

Кріплення прожекторів виконують болтами до металоконструкцій майданчиків в передбачених місцях. Перед установкою на щоглу прожектори повинні бути сфокусовані. Для фокусування світловий жмуток прожектора спрямовують на велику плоску поверхню, перпендикулярну осі жмутка. Після цього лампа переміщується за допомогою фокусуючого пристрою так, щоб добитися якнайменших розмірів світлової плями. У цьому положенні лампа закріплюється. Всі прожектори в установці повинні бути пронумеровані, і їм необхідно додати правильне розрахункове положення. Наладка прожекторних освітлювальних установок може проводитися декількома способами. Можна додати прожекторам розрахункові кути нахилу і розвороту, користуючись лімбами з градусними розподілами, встановленими на прожекторах. Можна скористатися спеціально виготовленим лімбом великого розміру з металу або навіть з картону. Можуть бути використані і інші методи. Найзручніше використовувати для наладки спеціальні візирні пристрої. Ці пристрої накладаються на прожектори при їх фокусуванні для поєднання напрямів оптичних осей прожектора і візиру. Після цього наладка освітлювальної установки може виконуватися вдень, з невиключеними прожекторами. Прожектор з накладеним на нього візиром повертається до співпадіння оптичної осі візиру з напрямом, в якому повинен працювати прожектор, і закріплюється. Після наладки прожекторної освітлювальної установки бажано проконтролювати одержані результати. Краще всього цей контроль виконати за допомогою приладу, що вимірює освітленість, люксметра. Проводячи вимірювання люксметром, необхідно стежити за правильністю положення вимірювальної поверхні фотоелемента, яка повинна знаходитися при вимірюванні строго горизонтально або вертикально відповідно до вимірюваної величини. Слід також стежити за тим, щоб на поверхню фотоелемента не падали тіні і відблиски від

місцевих предметів, людей і ін. Після виконання наладки і контролю прожекторної освітлювальної установки рекомендується нанести відмітки або риски на рухомі і нерухомі частини основи прожектора з тим, щоб після поворотів прожекторів в процесі експлуатації можна було легко відновити їх розрахункове положення для поєднання цих міток, не виконуючи налагоджувальних робіт в повному об'ємі. Корисно також скласти виконавчу схему напрямів прожекторів після закінчення наладки установки і передати її службі експлуатації даної спортивної споруди. Освітлювальні установки, виконані за допомогою світильників ненаправленої дії, в спеціальній наладці світлотехнічної частини не мають потреби.



Рис. 2.43 – Установка кутовой щоглы

Контрольні питання до розділу 2

1. Які пристрої називаються світловими?
2. Що таке прожектор?
3. Класифікація прожекторів зовнішнього освітлення.
4. На що слід звернути увагу при виборі оптичної системи прожекторів?
5. Чим зумовлений вибір прожекторного освітлення для відкритих просторів?
6. Яким чином обираються місця розташування прожекторів?
7. Вимоги до розміщення кутових щогл прожекторів.
8. Особливості бічного розташування щогл.
9. Як визначається висота установки щогл?
10. Який максимальний кут нахилу прожектора і чим він зумовлений?
11. Яким чином встановлюється попереднє значення висоти щогли?
12. Які параметри визначаються при розрахунку прожекторної установки?
13. Що є вирішальними чинниками, які визначають вибір кута нахилу прожекторів?
14. Чим визначається коефіцієнт використання світлового потоку прожекторів?
15. Яким чином виконують монтаж прожекторів? Наведіть послідовність дій.
16. Які пристрої використовуються для наладки прожекторної установки?
17. Як проходить процедура наладки прожекторної установки?
18. Процес контролю наладки прожекторної установки. За допомогою якого приладу він відбувається?
19. Для чого на рухомі і нерухомі частини основи прожектора наносяться відмітки після виконання наладки прожекторної установки?
20. Які прожекторні установки не мають потреби в спеціальній наладці?